

UNIVERZITET U SARAJEVU
EKONOMSKI FAKULTET

ZAVRŠNI RAD

**PREDVIĐANJE POTRAŽNJE ZA RADNOM SNAGOM SA
FOKUSOM NA ZDRAVSTVENI SEKTOR**

Sarajevo, septembar 2024.

ADNAN NEZIREVIĆ

U skladu sa članom 54. Pravila studiranja za I, II ciklus studija, integrisani, stručni i specijalistički studij na Univerzitetu u Sarajevu, daje se

IZJAVA O AUTENTIČNOSTI RADA

Ja, Adnan Nezirević, student drugog (II) ciklusa studija, broj index-a 4849 - 73944 na programu Ekonomija, smjer Međunarodna ekonomija i evropske integracije izjavljujem da sam završni rad na temu:

PREDVIĐANJE POTRAŽNJE ZA RADNOM SNAGOM SA FOKUSOM NA ZDRAVSTVENI SEKTOR

pod mentorstvom prof. dr. Jasmina Mangafić izradio samostalno i da se zasniva na rezultatima mog vlastitog istraživanja. Rad ne sadrži prethodno objavljene ili neobjavljene materijale drugih autora, osim onih koji su priznati navođenjem literature i drugih izvora informacija uključujući i alate umjetne inteligencije.

Ovom izjavom potvrđujem da sam za potrebe arhiviranja predao elektronsku verziju rada koja je istovjetna štampanoj verziji završnog rada.

Dozvoljavam objavu ličnih podataka vezanih za završetak studija (ime, prezime, datum i mjesto rođenja, datum odbrane rada, naslov rada) na web stranici i u publikacijama Univerziteta u Sarajevu i Ekonomskog fakulteta.

U skladu sa članom 34. 45. i 46. Zakona o autorskom i srodnim pravima (Službeni glasnik BiH, 63/10) dozvoljavam da gore navedeni završni rad bude trajno pohranjen u Institucionalnom repozitoriju Univerziteta u Sarajevu i Ekonomskog fakulteta i da javno bude dostupan svima.

Sarajevo, 10. 9. 2024.

Potpis studenta:

SAŽETAK

Ovaj rad istražuje predviđanje potražnje za radnom snagom u zdravstvenom sektoru, sa posebnim fokusom na Bosnu i Hercegovinu. Balansiranje ponude i potražnje za zdravstvenim radnicima ključno je za efikasno funkcionisanje zdravstvenog sistema. Korištenjem ARIMA modela, analizirani su podaci o zaposlenim doktorima i medicinskim sestrama/tehničarima od 2009. do 2023. godine, te su prognozirane potrebe za ovim kadrom do 2050. godine. Istraživanje pokazuje da broj diplomiranih studenata medicine ima značajan pozitivan uticaj na broj ljekara. Povećanje obrazovnih kapaciteta za medicinske studente moglo bi doprinijeti rješavanju potreba za zdravstvenim kadrom. Ključne varijable koje su analizirane uključuju broj stanovnika, BDP, izdaci za bolničku i izvanbolničku skrb, broj upisanih i diplomiranih studenata. Analiza naglašava važnost strateškog planiranja ljudskih resursa u zdravstvu, optimizacije obrazovnih programa i efikasnog upravljanja finansijskim resursima za održivost zdravstvenog sistema.

Ključne riječi: *Predviđanje radne snage, Zdravstveni sektor, ARIMA model, Strateško planiranje, Federacija Bosne i Hercegovine*

ABSTRACT

This thesis explores the prediction of labor demand in the healthcare sector, with a particular focus on Bosnia and Herzegovina. Balancing the supply and demand for healthcare workers is crucial for the efficient functioning of the healthcare system. Using the ARIMA model, data on employed doctors and nurses/technicians from 2009 to 2023 were analyzed, and the needs for this workforce were projected until 2050. The research shows that the number of medical graduates has a significant positive impact on the number of doctors. Increasing educational capacities for medical students could help meet the needs for healthcare personnel. Key variables analyzed include population number, GDP, hospital and outpatient care expenditures, and the number of enrolled and graduated students. The analysis highlights the importance of strategic planning of human resources in healthcare, optimization of educational programs, and efficient management of financial resources for the sustainability of the healthcare system.

Keywords: *Workforce prediction, Healthcare sector, ARIMA model, Strategic planning, Federation of Bosnia and Herzegovina*

SADRŽAJ

SAŽETAK	ii
ABSTRACT	iii
POPIS GRAFIKONA	vi
POPIS TABELA	vi
POPIS SKRAĆENICA	vi
1. UVOD	1
1.1. Obrazloženje teme istraživanja	1
1.2. Problem i predmet istraživanja	5
1.3. Ciljevi istraživanja	5
1.4. Istraživačka pitanja	5
1.5. Metodologija istraživanja	6
1.6. Struktura rada	7
2. POTRAŽNJA RADNE SNAGE	7
2.1. Evolucija potražnje radne snage	8
2.2. Metode procjene potražnje radne snage	9
2.3. Kvalitativni modeli procjene potražnje radne snage	10
2.3.1. Modeli vremenskih serija	12
2.3.2. Optimizacijski modeli	14
2.3.3. Generički matematički modeli.....	15
2.4. Statistički i regresioni modeli	16
2.5. Analitički modeli zaliha i protoka	16
2.5.1. Simulacijski modeli	18
3. PREDVIĐANJE POTRAŽNJE ZA RADNOM SNAGOM U ZDRAVSTVENOM SEKTORU	20
3.1. Pristupi sa strane ponude	22
3.2. Pristupi na strani potražnje	23
3.3. Metode analize	24
3.3.1. Projekcije temeljene na broju stanovnika.....	26
3.3.2. Ekonometrijski modeli	27

3.3.3. Modeli operacijskog istraživanja.....	29
3.3.4. Simulacijski modeli	29
3.4. Poređenje pristupa predviđanju.....	31
4. EMPIRIJSKO ISTRAŽIVANJE.....	32
4.1. Deskriptivna analiza	32
4.2. Istraživačka pitanja	42
4.3. Diskusija rezultata	44
5. ZAKLJUČAK.....	47
REFERENCE	52

POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1 Predviđeni broj ljekara u FBiH do 2050. godine. Izvor: autorski rad..... **Error! Bookmark not defined.**

Grafikon 2 Predviđeni broj medicinskih sestara/tehničara u FBiH do 2050 godine. Izvor: autorski rad **Error! Bookmark not defined.**

Grafikon 3 Predviđeni broj upisanih i diplomiranih studenata medicine u FBiH do 2050 godine **Error! Bookmark not defined.**

POPIS TABELA

Tabela 1 Zdravstveni pokazatelji u FBiH za period od 2008. do 2022. godine. 32

Tabela 2 Korelacija ispitivanih varijabli 33

Tabela 3 Sažetak parametara ARIMA modela i statistike prilagođavanja za model 1 i 2 .. 34

Tabela 4 Projekcija broja ljekara u Federaciji Bosne i Hercegovine (FBiH) s intervalom pouzdanosti (CI) 36

Tabela 5 Projekcija broja medicinskih sestara/tehničara u Federaciji Bosne i Hercegovine (FBiH) s intervalom pouzdanosti (CI)..... 38

Tabela 6 Sažetak parametara ARIMA modela i statistike prilagođavanja za model 3 i 4 .. 39

Tabela 7 Prognozirani broj ljekara i medicinskih sestara/tehničara u FBiH do 2050. godine 40

Tabela 8 Regresiona analiza.....41

POPIS SKRAĆENICA

AR – Autoregresija

ARIMA – AutoRegressive Integrated Moving Average

BDP – Bruto domaći proizvod

DCE – Eksperiment diskretnog izbora

DP – Dinamičko programiranje

FBiH – Federacija Bosne i Hercegovine

HR – Ljudski resursi

HRH – Ljudski resursi za zdravlje

HHR – Zdravstvenih ljudskih resursa

LP – Linearno programiranje

GP – Ciljano programiranje

MILP – Mješovito cjelobrojno linearno programiranje

WHO – Svjetska zdravstvena organizacija

DS – Dinamika Sistema

SAD – Sjedinjene američke države

FTE – Ekvivalenat punog radnog vremena

CRNA – Ovlaštene registrovane medicinske sestare anesteziologa

BHRD – Američki ured za zdravstvene resurse i razvoj

1. UVOD

Planiranje i donošenje odluka u ljudskim resursima (HR) može se poboljšati modeliranjem ponude i potražnje radne snage. Predviđanje jaza između trenutne radne snage i budućih zahtjeva pomaže u određivanju potrebne obuke i zapošljavanja. Rastući troškovi rada u radno intenzivnim industrijama izazivaju zabrinutost oko isplativosti usluga. Modeli radne snage su složeni, uključuju kompromise između ciljeva i suočavaju se s neizvjesnostima.

Modeli se primjenjuju kroz tri perspektive:

1. Ponuda: utvrđivanje broja dostupnih radnika u budućnosti na osnovu obuke, odlaska u penziju, promaknuća i degradacija.
2. Potražnja: predviđanje budućih zahtjeva za radnom snagom i promjena u potražnji.
3. Potrebama: procjena je li broj radnika dovoljan za postizanje ciljeva.

Istraživanja su pokušala generalizovati tehnike modeliranja radne snage. Edwards (1983) pregledao je britanske modele, fokusirajući se na pretpostavke i primjene. Lomas i saradnici (1985) kritički su pregledali kanadske tehnike, a Smith i Bartholomew (1988) istraživali su razvoj prediktivnih modela u Velikoj Britaniji. Prescott (1991) kategorizovao je metodologije za zdravstvenu radnu snagu u četiri grupe: pristup profesionalnim potrebama, omjer radnika i broja stanovnika, ekonometrijski modeli i tehnika Zavoda za statistiku rada. Warner i Asch (2000) analizirali su planiranje vojne radne snage, a O'Brien-Pallas i sur. (2001) izvijestili su o metodologijama predviđanja potreba za medicinskim sestrama. Roberfroid i saradnici (2009) klasifikovali su modele predviđanja u četiri kategorije: projekcije ponude, pristupi zasnovani na potražnji, metode zasnovane na potrebama i uporedba zdravstvenih sistema. Wong i saradnici (2012) analizirali su metode planiranja radne snage u građevinskoj industriji, ističući predviđanje odozgo prema dolje kao primarnu metodu, nasuprot metodologiji odozdo prema gore.

1.1. Obrazloženje teme istraživanja

Uravnoteženje ponude i potražnje zdravstvenih radnika ključno je za dobro funkcionisanje sistema pružanja zdravstvene njege. Nedostatak pružalaca usluga može imati ozbiljne posljedice za pacijente kojima je potrebna njega, a može izazvati izgaranje i pretjerani rad kod osoblja koje je već zaposlenom u zdravstvenim ustanovama zbog prekomjerne tražene. Višak pružalaca također može imati štetne efekte za društvo s obzirom da ulaganje u zdravstvene radnike košta, te je oportunitetni trošak prelaska na drugo zanimanje visok.

Modeliranje ponude i potražnje radne snage može pomoći u planiranju ljudskih resursa (HR) i donošenju odluka. Perspektive utemeljene na ponudi, potražnji i potrebi karakteriziraju opseg takvih modela. Kako bi se predvidjele potrebe za obukom zaposlenika i zapošljavanjem novih radnika, jedna od primarnih funkcija modela predviđanja radne snage je otkrivanje mogućeg jaza između trenutne radne snage i budućih zahtjeva. Budući da

modeli procjene radne snage mogu uključivati visok stepen složenosti, kompromise između višestrukih ciljeva i brojne neizvjesnosti, metode predviđanja i modeliranja u ovom području su se vremenom razvijale, postajući složenije i uzimajući u obzir vanjske faktore.

Razlikujemo dvije vrste modeliranja ponude i potražnje: modeli zasnovani na ponudi i modeli zasnovani na tražnji. Modelima koji se zasnivaju na ponudi, cilj projekcije je određivanje broja zaposlenika dostupnog u određenom trenutku ili vremenskom periodu na osnovu obuke, penzionisanja i napredovanja odnosno nazadovanja. Modeli zasnovani na ponudi daju odgovor na pitanje koliko će biti dostupno ponuđača. Modeli zasnovani na potražnji bave se predviđanjem budućih zahtjeva za uslugom i vjerojatnim promjenama u potražnji, te daju odgovor na pitanje koliko je potrebno zaliha. Osim toga, procjene zasnovane na potrebama koriste egzogeno mjerilo za procjenu primjerenosti broja zaposlenika potrebnih za postizanje definisanih ciljeva. Modeli zasnovani na potrebama odgovaraju na pitanje koliko dobavljača je potrebno. Modeli se mogu sastojati od jedne ili više ovih komponenti, u zavisnosti od ciljeva modeliranja.

Ranije, drugi su autori sintetizirali metodologije modeliranja za procjene radne snage u općem smislu. Edwards (1983) je ispitivao modele stvorene u Ujedinjenom Kraljevstvu, fokusirajući se na njihove osnovne pretpostavke i primjene nasuprot njihovim statističkim i matematičkim specifičnostima. Lomas, Stoddart i Barer (1985) analizirali su doktorske pristupe predviđanju radne snage u Kanadi i ocrtili nedostatke svojstvene kanadskim tehnikama u poređenju s opsežnim istraživanjem koje je proveo Nacionalni savjetodavni odbor za diplomsko medicinsko obrazovanje, savjetodavni odbor Ministarstva zdravstva i socijalnih usluga Sjedinjenih Američkih Država. Smith i Bartholomew (1988) ispitivali su razvoj modela predviđanja radne snage u Ujedinjenom Kraljevstvu od Drugog svjetskog rata do 1985. godine, citirajući organizacije poput Centra za upravne studije državne službe, koji je postavio osnove za planiranje radne snage u toj zemlji. Prescott (1991) je kategorizirao pristupe koji se koriste u projekciji potreba za medicinskom radnom snagom u četiri grupe:

1. pristup profesionalnih potreba, koji se zasniva na mišljenju stručnjaka,
2. omjer zaposlenika i stanovništva, koji uzima u obzir promjene u broju stanovnika i pružanju usluga,
3. ekonometrijski modeli koji se zasnivaju na sposobnosti ljudi da kupuju usluge, i
4. tehnika Zavoda za statistiku rada, u kojoj se potražnja procjenjuje kao krajnji rezultat niza ekonomskih faktora.

O'BrienPallas i saradnici (2001) istražili su o pristupima projekcije potražnje za medicinskim sestrama od 1996. do 1999. godine. Razradili su nedostatke postojećih modela, kao što je zanemarivanje složenih načela koja utiču na ljudske resurse za zdravlje (HRH), zatim efekat cjenovne konkurencije na učestvovanje radne snage i uticaj odluka HRH na javno zdravlje. Osim toga, razgovarali su o tehnikama koje su zasnovane na potrebama, potražnji i korištenju, te su primijetili da se procjene budućih zahtjeva za njegu, zasnovanih na svakom od tri pristupa, znatno razlikuju. Roberfroid, Leonard i Stordeur (2009) proveli su analizu literature o modelima ponude ljekara i kategorizirali modele predviđanja u četiri kategorije:

1. predviđanja ponude,
2. tehnike temeljene na potražnji,
3. metodologije temeljene na potrebama, i
4. usporedna analiza među usporedivim zdravstvenim sistemima.

Utvrđili su da je velika većina modela statična i da im nedostaju prethodni podaci pomoću kojih bi se mogla procijeniti njihova valjanost. U opširnoj procjeni koju su proveli Wong, Chan i Chiang (2012), moderne metodologije planiranja radne snage procijenjene su kako bi se pronašle prilike za razvoj u budućim modelima radne snage u građevinskoj industriji. Identificirali su predviđanje modela odozgo prema dolje (top-down) kao prevladavajući način rješavanja potreba za radnom snagom, za razliku od metoda odozdo prema gore. Top-down modeli, također poznati kao postupni modeli, zasnivaju se na širokom pregledu cijelog sistema bez detaljnog opisa njegovih komponenti. Ova metoda pretpostavlja da rast u određenoj industriji rezultira proporcionalnim rastom za sve pozicije u sklopu te industrije. Strategija odozdo prema gore, s druge strane, kombinuje komponente prvog nivoa za stvaranje sofisticiranijih sistema.

Pristup vremenskih serija još je jedna popularna metoda za predviđanje budućih vrijednosti na osnovu prethodno dostupnih podataka. Među metodama modeliranja vremenskih serija i predviđanja radne snage su aplikacije kao Box–Jenkins, eksponencijalno izgladivanje, korekcija vektorskih pogrešaka i Markovljevo modeliranje, koji se široko rasprostranjeni u korištenju u aplikacijama za predviđanje radne snage.

Box–Jenkins koristi autoregresivni pomični prosjek kako bi pronašao optimalnu prilagodbu modela prethodnim vremenskim serijama podataka (Commandeur i Koopman, 2007), a upotrijebili su ga Wong, Albert i Chiang (2005) za predviđanje glavnih pokazatelja u građevinskom radu na tržištu Hong Kong-a. Testirali su tačnost modela koristeći Theilovu U statistiku i srednju apsolutnu grešku, utvrđujući da većina njihovih predloženih modela predviđanja ima relativno dobru sposobnost predviđanja.

Eksponencijalno izgladivanje je metodologija ponderisanog pomičnog prosjeka u kojoj se prošlim opažanjima dodjeljuju eksponencijalno opadajući ponderi tokom vremena. Ponderisani obrasci mogu se lako promijeniti kako bi zadovoljili posebne kriterije i potrebe, i prognozirali prema prošlim cikličkim predviđanjima. Metoda eksponencijalnog izgladivanja korištena je za predviđanje trenda zaposlenika u industriji energetske tehnologije na Tajvanu od 2009. do 2014. godine na osnovu podataka od 1997. do 2008. godine (Hsu, Chen i Hsien, 2012).

Modeli ispravljanja pogrešaka su dinamički modeli višestrukih vremenskih serija; njihova kratkoročna dinamika je vođena disperzijom njihovog trenutnog stanja i dugoročne dinamike. Ovi modeli procjenjuju stopu povrata u ravnotežu zavisne varijable nakon promjene nezavisne varijable. Wong, Albert i Chiang (2007) iskoristili su prednosti ove metode za predviđanje potrebe za građevinskim radnicima u Hong Kongu. Koristeći alate za dinamičko ekonometrijsko modeliranje, otkrili su da međusobno povezane ekonomske

varijable kao što su cijene materijala, produktivnost rada, građevinski učinak, realne plaće i bankarske stope imaju dugoročni efekat ravnoteže na potražnju za radnom snagom. Model je testiran prema različitim dijagnostičkim statističkim kriterijima za potrebe predviđanja. Wong, Ng, Chan i Chiang (2009) primijenili su vektorsko modeliranje korekcije pogreške, regresijsku analizu i metodologiju eksponencijalnog izgladivanja kako bi razvili odnos između potražnje radne snage i učinaka otkrivenih u njihovim prethodnim istraživanjima.

Kreatori politika često zagovaraju strateško planiranje ljudskih resursa za zdravlje (HRH) kao dio strategija za poboljšavanje učinkovitosti zdravstvenog sistema (WHO, 2006). Razumijevanje međudjelovanja mnogih faktora unutar i izvan zdravstvenog sistema ključno je za strateško planiranje HRH u postizanju poboljšanja zdravstvenih ciljeva. Ti faktori uključuju ekonomske politike, zakonodavstvo, pravila i postupke koji usmjeravaju proizvodnju zdravstvene radne snage, obrazovanje, raspoređivanje, izvedbu, plaćanje i upravljanje, kao i strukture, programe i akcijske planove osmišljene da ih provode i isporučuju različiti pružaoci usluga u okruženjima s različitim socioekonomskim i demografskim karakteristikama. Osim toga, planiranje HRH može uključivati projekcije koje identifikuju pitanja koja se odnose na proizvodnju, zapošljavanje i upravljanje HRH, kao što je relativna privlačnost zaposlenja ili prakse u zdravstvenim profesijama, uloga privatnog sektora i migracija zdravstvenih radnika i stanovništva (Shipp i World Health Organization, 1998; O'Brien-Pallas *et al.*, 2001).

Postoji nekoliko specifičnih studija o planiranju HRH u zemljama regiona (Cučić *et al.*, 1990; Cochrane *et al.*, 2006; Santrić-Milićević *et al.*, 2012). Od završetka Drugog svjetskog rata, javni sektor u zemljama regiona bio je najveći poslodavac i proizvođač zdravstvenih radnika. Prije 1961. nacija je imala niz petogodišnjih privrednih planova koji su uključivali HRH. Zbog oskudnih nastavnih kapaciteta, na snazi je bio numerus clausus koji je iz tog razloga regulisao broj diplomiranih studenata umjesto potreba stanovništva. Primjena odlučivanja HRH bila je decentralizirana na "samoupravne interesne zajednice" u nastojanju da se poveća pristup stanovništvu i jednakosti, ali to nije bilo povezano s ukupnim brojem diplomiranih studenata (Santrić-Milićević i Simić, 2009).

U svim bivšim jugoslavenskim republikama planiranje HRH bilo je vođeno jednostavnim, normativno određenim omjerom zdravstvenih radnika prema broju stanovnika. Ministarstvo prosvjete i Ministarstvo zdravstva dijelili su odgovornost, ali Ministarstvo prosvjete nije imalo zakonsku obavezu konsultacije s Ministarstvom zdravstva u vezi s brojem studenata medicine upisanih u medicinski fakultet, te je moglo je postaviti vlastite ciljeve (Cain, 2002; Voncina *et al.*, 2006; Albreht *et al.*, 2009). U zemljama jugoistočne Europe nedovoljno je razvijeno sistemsko i strateško planiranje radne snage. Na primjer, Rumunija ima obavezujući numerus clausus, ali i dalje je relativno stabilan broj slobodnih radnih mjesta u javnom sektoru uglavnom zbog ograničenja u nastavnim kapacitetima koja nisu prilagođena. Prekomjerna proizvodnja radne snage i pretjerana specijalizacija u Bugarskoj rezultat su nedostatka jasnih kriterija za planiranje HRH (Ognyanova i Busse, 2012).

Nakon novog Ustava (1974), Zakona o radu i Zakona o školstvu (1976), koji su donijeli veću decentralizaciju u svim bivšim jugoslavenskim republikama i pokrajinama (Santrić-Milićević *et al.*, 2012), prvi plan razvoja HRH za 1990. je proveden. Ipak, nakon globalne naftne krize 1976. godine, privreda je stagnirala, državni dug se povećao, a pojavile su se separatističke napetosti. Broj zaposlenih doktora i upisanih studenata medicine polako se povećavao do 1978. godine, ali se broj upisanih studenata medicine 1979. godine udvostručio i na toj razini ostao nekoliko uzastopnih godina (Santrić Milićević, 2010). Mnogi zdravstveni radnici bili su prisiljeni emigrirati zbog ukidanja privatne prakse i nametanja finansijskih ograničenja zdravstvenom sistemu.

1.2. Problem i predmet istraživanja

Nezaposlenost među zdravstvenim radnicima u Bosni i Hercegovini posljednjih godina je porasla i nastavlja se povećavati. Zbog toga, prisutna je potreba za razumijevanjem kako promijeniti politike da bi se zadovoljile stvarne i predviđene potrebe proizvodnje i zapošljavanja zdravstvenih radnika. Ovo istraživanje će uzeti u obzir prošle pristupe planiranju (između 1961. i 2013.) i koristiti podatke o trendovima iz tih godina za modeliranje ponude doktora i medicinskih sestara/tehničara kako bi se utvrdilo može li se u Bosni i Hercegovini primijeniti dugoročniji model projekcije. Svrha ovog istraživanja je je ispuniti zahtjeve za interdisciplinarnim djelovanjem na razvoju.

1.3. Ciljevi istraživanja

U skladu s predstavljenim problemom i predmetom istraživanja, definisani su sljedeći ciljevi istraživanja:

- Presentovati teorijske osnove predviđanja za radnom snagom u zdravstvenom sektoru.
- Ispitati angažiranost ljekara i medicinskih sestara/tehničara u javnom zdravstvu Bosne i Hercegovine od 2009. do 2023. godine.
- Istražiti predviđanje za radnom snagom u zdravstvu, odnosno ljekarima i medicinskim sestrama u javnom zdravstvenom sektoru Bosne i Hercegovine do 2050. godine.

1.4. Istraživačka pitanja

Rad je fokusiran na predviđanje potreba za radnu snagu u zdravstvu u javnom sektoru u Bosni i Hercegovini. Zbog toga, postavljena su sljedeća istraživačka pitanja:

1. Na temelju predviđenih varijabli, koje će biti potrebe za medicinskim kadrom u javnom zdravstvenom sektoru Bosne i Hercegovine iz godine u godinu za period do 2050. godine?

2. Koja od predviđenih varijabli ima najveći uticaj na predviđanje potreba za zdravstvenim kadrom?

1.5. Metodologija istraživanja

Tokom izrade završnog rada koristit će se metoda desk istraživanja (teorijski dio rada) i metoda anketiranja (empirijski dio rada). Desk istraživanje provest će s namjerom izrade pregleda relevantne literature iz područja istraživanja, a korišten će biti sekundarni izvori podataka (knjige, članci, studije, i ostale publikacije).

Metoda korištena za izradu procjena radne snage doktora i medicinskih sestara/tehničara u Bosni i Hercegovini u ovom radu koristila je pristup multivarijantnog autoregresivnog integrisanog pomičnog prosjeka (ARIMA), koje su određena prema dosadašnjim istraživanjima (Roberfroid *et al.*, 2009). ARIMA (AutoRegressive Integrated Moving Average) je popularan statistički model za analizu i predviđanje vremenskih serija. ARIMA model kombinuje tri glavne komponente (Lütkepohl, 2005):

1. Autoregresija (AR): Ovaj dio modela koristi odnose između trenutne vrijednosti serije i njenih prošlih vrijednosti. Model uključuje p prošlih vrijednosti.
2. Integracija (I): Ova komponenta koristi se za postizanje stacionarnosti serije. Broj integracija (d) određuje koliko puta je potrebno diferencirati seriju kako bi postala stacionarna.
3. Pomični prosjek (MA): Ovaj dio modela koristi odnos između trenutne vrijednosti serije i prošlih grešaka prognoza. Model uključuje q prošlih grešaka.

Predviđene vrijednosti (Y-varijable) bile su procijenjeni broj doktora i medicinskih sestara/tehničara. Analiza je usmjerena na ukupan broj doktora (Y1: doktori opće prakse i specijalisti) i medicinskih sestara/tehničara (Y2: opći, pedijatrijski i sestra/tehničari sa srednjom i visokom stručnom spremom) zaposlenih u javnom zdravstvu Bosne i Hercegovine od 1961. do 2013. godine i njihov prognozirani broj do 2030. godine. Ostale uobičajne varijable (O'Brien-Pallas *et al.*, 2001) koje su korištene u istraživanju su godišnji broj stanovnika (X1: procjene i podaci popisa), BDP (X2), izdaci za bolničku skrb u Federaciji Bosne i Hercegovine (X3: mjera za produktivnost doktora i medicinskih sestara/tehničara u ustanovama sekundarne i tercijarne zdravstvene zaštite), izdaci za izvanbolničku skrb (X4: mjera za produktivnost doktora i medicinskih sestara/tehničara u ustanovama primarne zdravstvene zaštite, uključujući preventivne, kurativne i rehabilitacijske posjete u ordinaciji i kod kuće – Federacija Bosne i Hercegovine), studenti upisani u prvu godinu studija medicine na državnom fakultetu (X5: pokazatelj upisne politike visokog obrazovanja) i diplomirani doktori (X6: mjera za proizvodnju visokog obrazovanja). Prvobitni plan analize uključivao je period od period od 1961. do 1982. i od 1983. do 2013. kako bi se istražila promjena u političkim prediktorima planiranja HRH u Bosni i Hercegovini, no zbog nemogućnosti pronalaženja podataka prije 2008. godine, analiza je revidirana i započeta je s podacima od 2008. godine kao početnom tačkom. Osim

toga, suočeni smo s izazovom prikupljanja podataka u Bosni i Hercegovini, što je ograničilo korištene varijable u istraživanju. Nažalost, ARIMA modeli su izuzetno osjetljivi na nedostatke podataka, pa je konačna analiza fokusirana na ključne varijable, uključujući broj ljekara, medicinskih sestara, diplomiranih i upisanih studenata. Analiza će obuhvatiti Sistem javnog zdravstva u Bosni i Hercegovini koji je najveći poslodavac zdravstvene radne snage i primarno se podržava porezima na obavezno zdravstveno osiguranje i javnim porezima. Sektor privatne prakse i druge ustanove koje nisu uključene u javni zdravstveni sektor nemaju precizne podatke o HRH i zbog toga će biti isključene iz istraživanja. Podaci su prikupljeni na stranici Agencije za statistiku FBiH, te Zavoda za javno zdravstvo FBiH. Podaci o broju stanovnika, BDP-u i upisanim i diplomiranim studentima bit će preuzeti od Agencije za statistiku Bosne i Hercegovine. Analiza obrazovnog sistema obuhvata podatke o svim studentima državnih medicinskih fakulteta u Bosni i Hercegovini.

1.6. Struktura rada

U uvodnom dijelu rada obrazlaže se problem i predmet istraživanja, definiraju ciljevi istraživanja te formuliraju istraživačke hipoteze rada. Ovaj dio jasno predstavlja kontekst i važnost istraživanja, objašnjavajući zašto je tema relevantna i koje specifične probleme ili praznine u postojećem znanju istraživanje treba popuniti. Nakon uvoda slijedi pregled literature. Treći dio završnog rada fokusiran je empirijsko istraživanje i sadrži analizu prikupljenih podataka i diskusiju dobijenih rezultata istraživanja. Četvrti dio sadrži zaključna razmatranja o provedenom istraživanju i smjernice za buduća istraživanja u oblasti izučavanja predviđanja potražnje za radnom snagom.

2. POTRAŽNJA RADNE SNAGE

Planiranje i donošenje odluka u području ljudskih resursa (HR) mogu se značajno unaprijediti modeliranjem ponude i potražnje radne snage. Korištenje modela predviđanja radne snage omogućava organizacijama da precizno identificiraju potencijalne razlike između trenutne radne snage i budućih potreba. Ovo je ključno za pravovremeno definiranje potrebnih obuka i strategija zapošljavanja, osiguravajući da organizacije raspolaze potrebnim kapacitetima i kompetencijama kako bi se suočile s izazovima budućnosti. Modeli predviđanja radne snage mogu također pomoći u optimizaciji troškova rada, što je posebno važno u radno intenzivnim industrijama. U takvim sektorima, gdje su ljudski resursi ključni faktor u pružanju usluga, povećani troškovi rada mogu značajno utjecati na ukupne operativne troškove. Efikasno planiranje može omogućiti organizacijama da održavaju visoku kvalitetu usluga dok kontroliraju troškove, povećavajući tako ukupnu isplativost. S obzirom na složenost i višestruke ciljeve koje modeli radne snage mogu uključivati, te brojne neizvjesnosti, odabir adekvatnih metoda predviđanja i modeliranja je od suštinske važnosti. Ovi modeli trebaju uzeti u obzir razne faktore kao što su demografske promjene, tehnološki napredak, promjene u regulativama i tržišne trendove. Na primjer, u zdravstvenom sektoru, modeli moraju predvidjeti kako će starenje populacije utjecati na potražnju za zdravstvenim

uslugama i potrebom za specijalizovanim kadrom. Takođe, ekonomski faktori poput recesija ili ekonomskih ekspanzija mogu drastično utjecati na tržište rada, povećavajući ili smanjujući potražnju za određenim vrstama radne snage. Dakle, modeli predviđanja radne snage nisu samo alati za kratkoročno planiranje, već ključni instrumenti za dugoročne strategije razvoja ljudskih resursa i održavanje konkurentnosti na tržištu. Pravilno implementirani, oni mogu pomoći u izbjegavanju nedostataka ili viškova u radnoj snazi, osiguravajući da organizacije mogu prilagoditi svoje kapacitete u skladu s promjenjivim potrebama i trendovima.

2.1. Evolucija potražnje radne snage

Planiranje i donošenje odluka koje se odnose na ljudske resurse (HR) mogu se pomoći modeliranjem ponude i potražnje radne snage. Jedan od najvažnijih razloga za korištenje modela predviđanja radne snage je utvrđivanje hoće li postojati jaz između trenutne radne snage i zahtjeva budućnosti kako bi se odredilo kakvu obuku i radnike treba uključiti. Pitanje da li je tvrdnja da su rastući troškovi rada u radno intenzivnim industrijama tačni je povećalo nivo zabrinutosti u pogledu isplativosti pružanja usluga. Budući da modeli radne snage mogu uključivati visok stepen složenosti, kompromise između višestrukih ciljeva i brojne neizvjesnosti, metode predviđanja i modeliranja. To je zato što modeli radne snage mogu uključivati kompromise između više ciljeva.

Faktori sistema, zahtjevi za podacima i metode modeliranja mogu se uveliko razlikovati jedni od drugih ovisno o namjeni modela i pitanjima na koja je potrebno odgovoriti. Primjene takvih modela mogu se podijeliti u tri primarne kategorije, odnosno perspektive zasnovane na ponudi, potražnji i potrebama. Svrha projekcije u modelima koji se zasniva na ponudi je utvrditi koliko će radnika biti dostupno u određeno vrijeme ili tokom određenog vremenskog perioda na osnovu faktora kao što su obuka, odlazak u penziju, te promaknuća i degradacije. Pitanje koliko će zaliha trebati se bavi modeliranjem zasnovanim na potražnji, koje se fokusira na predviđanja budućih zahtjeva za uslugom, kao i na promjene u potražnji koje će se vjerojatno dogoditi. Procjene zasnovane na potrebama koriste mjerilo za procjenu je li procijenjeni broj radnika dovoljan za postizanje unaprijed određenih ciljeva. Pitanje koliko dobavljača treba se rješava modelima zasnovanim na potrebama. U zavisnosti od toga koji su ciljevi vježbe modeliranja, model se može sastojati od bilo kojeg broja ovih različitih komponenti.

Veliki broj naučnika je pokušao generalizovati tehnike modeliranja koje se koriste za projekcije radne snage. Edwards (1983) proveo je pregled modela koji su razvijeni u Velikoj Britaniji. On je usmjerio pozornost na osnovne pretpostavke i primjene ovih modela, a ne na statističke i matematičke specifičnosti. Istraživanje koje su proveli Lomas i saradnici (1985) jeste kritički pregled tehnika predviđanja koje se koriste u Kanadi. Prikazali su nedostatke koji su bili svojstveni kanadskim tehnikama i usporedili ih s rezultatima detaljnog istraživanja GMENAC-a. Smith i Bartholomew (1988) istraživali su razvoj prediktivnih modela radne snage u Ujedinjenom Kraljevstvu od vremena Drugog svjetskog rata do 1985.

godine. Izvijestili su o organizacijama kao što je Centar za upravne studije državne službe, koji je postavio okvir za planiranje radne snage za taj narod. Prescott (1991) kategorizovao je metodologije koje su korištene u projekciji potreba za zdravstvenom radnom snagom u četiri grupa:

- pristup profesionalnim potrebama, koji se zasniva na mišljenju stručnjaka;
- omjer radnika i broja stanovnika, koji uzima u obzir promjene broja stanovnika i pružanja usluga;
- ekonometrijski modeli koji se zasnivaju na sposobnosti ljudi da kupuju usluge;
- tehnika Zavoda za statistiku rada, u kojoj se potražnja procjenjuje kao krajnji rezultat metodologije.

Warner i Asch (2000) proveli su analizu prethodnih doprinosa planiranju vojne radne snage. Razgovaralo se o poteškoćama koje su nastale kao posljedica brzih promjena koje su se dogodile u odgovornostima i ulogama civilnog tržišta rada i vojne radne snage. O metodologijama predviđanja potreba za medicinskim sestrama od 1996. do 1999. izvijestili su O'Brien-Pallas i sur. (2001). Razradili su probleme koji su povezani s trenutno korištenim modelima, kao što je činjenica da zanemaruje složene faktore koji utiču na ljudske resurse za zdravlje (HRH), kao što je efekat cjenovne konkurencije na učestvovanje radne snage, i zanemarivanje uticaja odluka HRV-a na javno zdravlje. Nakon što su proveli pregled literature o modelima ponude doktora, Roberfroid i saradnici (2009) klasifikovali su modele predviđanja u četiri kategorije. Te su kategorije bile projekcije ponude, pristupi zasnovani na potražnji, metode zasnovane na potrebama i uporedba sličnih zdravstvenih sistema. Otkrili su da je većina modela statična i da im nedostaju potrebni prijašnji podaci za testiranje njihove valjanosti. Također, metode planiranja radne snage analizirane su kao dio detaljnog pregleda koji su proveli Wong i saradnici (2012). Svrha ovog pregleda bila je identifikovati područja za unapređenje budućih modela radne snage u građevinskoj industriji. Oni su istaknuli predviđanje odozgo prema dolje kao primarnu metodu koja se koristi za rješavanje potražnje za radnom snagom, nasuprot metodologiji odozdo prema gore kao pristupu izbora. Modeli odozgo prema dolje, također poznati kao postupni modeli, kreiraju se na osnovu sveobuhvatne perspektive cijelog sistema bez davanja detaljnog opisa sastavnih podsistema. Ova se strategija zasniva na pretpostavci da će širenje određene industrije dovesti do proporcionalnog širenja za sve pozicije unutar te industrije. Pristup odozdo prema gore, s druge strane, uključuje kombinovanje podsistema prvog nivoa za proizvodnju složenijih sistema viših nivoa.

2.2. Metode procjene potražnje radne snage

Analitika radne snage obuhvata sofisticirane metode koje koriste modele za integraciju unutrašnjih i vanjskih podataka s ciljem predviđanja budućih potreba za radnom snagom. Ova praksa omogućava organizacijama da istraže različite faktore koji mogu imati prognostički efekt na potrebe za radnom snagom, uključujući demografske promjene, tehnološke inovacije, ekonomske trendove i promjene u regulativnim okvirima. Korištenjem

ovih modela, organizacije mogu pravovremeno reagirati na promjene na tržištu rada, prilagođavajući svoje strategije zapošljavanja i obuke kako bi osigurale odgovarajuću radnu snagu. Osim predviđanja buduće radne snage, analitika radne snage također uključuje analizu historijskih i savremenih trendova, što omogućava organizacijama da razumiju kako su se potrebe za radnom snagom mijenjale kroz vrijeme. Ovo retrospektivno ispitivanje može otkriti obrasce koji su relevantni za sadašnje zahtjeve, kao i potencijalne buduće izazove. Primjena metoda kao što su simulacija dinamike sistema i modeliranje vremenskih serija omogućava dublje razumijevanje kako različiti faktori mogu uticati na radnu snagu. Na primjer, simulacija dinamike sistema može pomoći u razumijevanju kompleksnih interakcija unutar organizacija i šireg društvenog konteksta, dok modeliranje vremenskih serija omogućava predviđanje budućih trendova na osnovu prošlih podataka. Analiza osjetljivosti u modelima je ključna komponenta ovih metoda, jer omogućava procjenu kako promjene u ključnim varijablama mogu uticati na predviđanja. Ova analiza pomaže organizacijama da identifikuju koje varijable imaju najveći utjecaj na prognoze i da razviju strategije koje mogu ublažiti rizike povezane s neizvjesnostima u predviđanjima. Modeli predviđanja radne snage mogu se podijeliti na tri glavna načina: na osnovu ponude, potražnje i potreba. Modeli na osnovu ponude fokusiraju se na dostupnost radne snage u budućnosti, uzimajući u obzir faktore kao što su obrazovni kapaciteti, stope zaposlenja, migracije i stope penzionisanja. Modeli na osnovu potražnje analiziraju očekivanu potrebu za radnom snagom, uzimajući u obzir faktore poput ekonomskog rasta, tehnološkog napretka i promjena u industriji. Modeli na osnovu potreba, kao što je pristup koji koristi Stephen Birch, integriraju širi spektar varijabli, uključujući demografske, epidemiološke i socioekonomske faktore, kako bi osigurali da radna snaga može zadovoljiti stvarne potrebe populacije i industrije. Svaki od ovih pristupa može dovesti do različitih procjena potreba za radnom snagom u budućnosti, što može biti korisno za različite vrste organizacija i sektora. Na primjer, u zdravstvenom sektoru, modeli zasnovani na potrebama mogu biti posebno korisni za osiguravanje da zdravstveni radnici imaju potrebne vještine i broj koji odgovara zdravstvenim potrebama populacije. U industrijskom sektoru, modeli zasnovani na potražnji mogu pomoći u predviđanju potreba za specifičnim vještinama u kontekstu tehnološkog razvoja i tržišnih trendova. Kombinacija ovih modela omogućava sveobuhvatan i prilagodljiv pristup planiranju radne snage, omogućavajući organizacijama da bolje odgovore na dinamične promjene u svom okruženju i osiguraju dugoročnu održivost svojih operacija.

2.3. Kvalitativni modeli procjene potražnje radne snage

Najjednostavniji pristupi u području planiranja radne snage su kvalitativne metode. Ove metode su posebno korisne u situacijama u kojima nedostaju empirijski podaci visoke kvalitete. Ove metode pridaju veliku važnost iskustvu stručnjaka. Eksplorativne ili deskriptivne kvalitativne metode koriste se u modeliranju ljudskih resursa. Ove metode istražuju ponašanje kompanija i predstavljaju determinističke odnose u varijablama anketa (Shemin *et al.*, 2002), intervjuja (Masnick, 2009) i popisa (Hagopian *et al.*, 2012). Masnick

(2009), te Shemin i saradnici (2002) dva su primjera naučnih radova i autora koji su koristili kvalitativne metode istraživanja.

Eksperiment diskretnog izbora (DCE), kvantitativna je metoda za otkrivanje preferencija pojedinaca i pretvaranje kvalitativnih podataka u informacije koje se mogu koristiti računanjem. Naučnici mogu odrediti kako pojedinci procjenjuju određene attribute pomoću ove metode, koja uključuje traženje učesnika da navedu koju hipotetsku opciju preferiraju u odnosu na druge. Prema Lagarde i Blaauw (2009), DCE metode su složena istraživačka sredstva koja zahtijevaju stručnost u nizu različitih područja. Uprkos činjenici da su DCE metode vrlo korisne u scenarijima koji su čisto hipotetski, te metode također zahtijevaju posebnu stručnost.

Delphi metoda je još jedna poznata metoda koja se zasniva na konsenzusu. U ovom pristupu, grupa odabranih pojedinaca obično odgovara na upitnike tokom nekoliko ponavljanja. Nakon svake iteracije obrađuje se anonimni sažetak rezultata koji se daje kao osnova za sljedeću iteraciju. Tokom ove naknadne iteracije, stručnjaci imaju priliku revidirati svoje ranije prosudbe u svjetlu odgovora drugih stručnjaka. Krajnji cilj je doći do odgovora kojim su zadovoljne sve strane (Bryant *et al.*, 1973). U mnogim različitim pokušajima modeliranja radne snage, Delphi metoda je korištena ili za određivanje nepoznatih parametara modela ili za hijerarhijsku upotrebu u kombinaciji s drugim tehnikama modeliranja. To je omogućilo da modeli budu precizniji. Ovu metodu, zajedno s matematičkim modeliranjem, koristio je Nacionalni savjetodavni odbor za diplomsko medicinsko obrazovanje, koji je savjetodavna skupina Ministarstva zdravstva i društvenih usluga Sjedinjenih Američkih Država. Ova je metoda korištena za analizu budućih potreba i ponude doktora prema specijalnosti i lokaciji, te se istraživao uticaj koji bi alternativne politike mogle imati na postizanje ravnoteže između ove dvije strane (McNutt, 1981; Morgan, 1982). Kwak i saradnici (1997) također su koristili Delphi proces za identifikovanje svih faktora koji utiču na model ponude i potražnje zaposlenika kliničkog laboratorija u urbanom akademskom zdravstvenom centru. Kako bi odredili dugoročnu radnu snagu u turizmu, Solnet i saradnici (2014) koristili su modificiranu Delphi tehniku s tri kruga glasanja. Nakon toga su upotrijebili rezultate za simulaciju različitih mogućih ishoda. Istraživači su modificirali Delphi tehniku kako bi mogli identifikovati faktore koji će najvjerojatnije uticati na radnu snagu u turizmu. To je učinjeno pregledom široke palete literature koja se odnosi na radnu snagu u turizmu.

Jedna od mana ove metode jeste činjenica da je zavisna od mišljenjima stručnjaka, a postoji mogućnost da na kraju neće dati tačne procjene. Moguće je da kvalitativno modeliranje bude dugotrajan proces, koji zahtijeva utrošak značajne količine vremena (Parker i Caine, 1996). Ovo je još jedan nedostatak kvalitativnog modeliranja. Prema Lawrence i saradnicima (2006), kvalitativni modeli također su tipično korisni za upotrebu u manjim kompanijama. Uprkos tome, Delphi metoda, zajedno sa svojim raznim iteracijama, još uvijek se koristi u nekim današnjim istraživačkim okruženjima.

2.3.1. Modeli vremenskih serija

Još jedna popularna strategija za projekciju budućih vrijednosti na osnovu historijskih informacija poznata je kao pristup vremenskih serija. Box–Jenkins, eksponencijalno izgladivanje, ispravljanje vektorskih pogrešaka i Markovljevo modeliranje neki su od primjera popularnih tehnika modeliranja vremenskih serija koje su pronašle široku primjenu u aplikacijama za predviđanje radne snage.

Box–Jenkins koristi autoregresivni pomični prosjek kako bi pronašao najbolje moguće uklapanje modela u historijske vremenske serije podataka (Commandeur i Koopman, 2007). Wong i saradnici (2005) upotrijebili su ovu metodu kako bi napravili projekcije u vezi s ključnim pokazateljima na tržištu rada u građevinarstvu u Hong Kongu. Proveli su testove tačnosti na modelu koristeći Theilovu U statistiku i srednju apsolutnu postotnu pogrešku, te su došli do zaključka da većina modela predviđanja ima relativno dobre prediktivne performanse u cjelini.

Eksponencijalno izgladivanje je metodologija ponderisanog pomičnog prosjeka u kojoj se prethodnim posmatranjima dodjeljuju težine koje se eksponencijalno smanjuju tokom vremena. Ponderisani obrasci mogu se lako promijeniti kako bi zadovoljili posebne potrebe i prognozirali prema prethodnim cikličkim predviđanjima. Prema Hsu i saradnicima (2012), metoda eksponencijalnog izgladivanja korištena je za predviđanje trenda radnika u industriji energetske tehnologije u Tajvanu od 2009. do 2014. na osnovu podataka prikupljenih između 1997. i 2008.

Kratkoročna dinamika modela ispravljanja pogrešaka puni se iz disperzije njihovog trenutnog stanja kao i njihove dugoročne dinamike. Modeli ispravljanja pogrešaka su dinamički modeli višestrukih vremenskih serija. Ovi modeli pokušavaju odrediti brzinu kojom će zavisna varijabla ponovno uspostaviti svoju ravnotežu nakon promjene nezavisne varijable. Wong, Albert i Chiang (2007) predviđeli su potražnju za građevinskim radnicima u Hong Kongu koristeći ovu metodu, iskoristivši njene brojne prednosti. Korištenjem tehnika dinamičkog ekonometrijskog modeliranja otkrili su da međusobno povezane ekonomske varijable, kao što su cijene materijala, produktivnost rada, građevinski efekat, realne plaće i međubankarske kamate ponuđene na zajmove, imaju dugi rok efekta ravnoteže na potražnju za radnom snagom. Ovo je otkriće omogućeno činjenicom da su sve ove varijable međusobno povezane. Za potrebe predviđanja, model je potvrđen usporedbom s različitim dijagnostičkim statističkim kriterijima. Kasnije su Wong i saradnici (2009) primijenili vektorsko modeliranje korekcije pogrešaka, regresijsku analizu i metodologiju eksponencijalnog izgladivanja kako bi razvili odnos između potražnje radne snage i efekta otkrivenih u njihovim ranijim radovima. Ovaj odnos je razvijen kako bi se objasnili rezultati njihovog ranijeg rada. Druge vrste modela vremenskih serija korištene su u procesu predviđanja kadrovskih potreba za pozivne centre (Shen i Huang, 2008), kao i ponude liječnika i medicinskih sestara u Srbiji (Santric-Milicevic *et al.*, 2013).

Metoda Markovljeve analize, koja modelira prijelaze između stanja na osnovu njihovih odgovarajućih vjerovatnosti, jedan je od najčešćih pristupa vremenskim serijama. Polu-Markovljev model razvili su Trivedi i saradnici (1987) kako bi predvidjeli ponudu pružaoca usluga primarne zdravstvene zaštite u određenoj geografskoj regiji u Sjedinjenim Američkim Državama. Zeffane i Mayo (1994), i Reid i Taylor (1989) koristili su zanimljivu Markovljevu analizu kako bi modelirali radnu snagu obrazovne uprave. Zeffane i Mayo (1994) raspravljali su o složenijim modelima koji se zasnivaju na Markovu. Zaposlenike su kategorizovali u osam različitih stanja, a to su: novozaposleni, zaposleni, penzioneri, preminuli, dali otkaz, na odmoru, na dopustu bez plaće i bolesni duže od 30 dana. Markovljevu analizu upotrijebili su Kinstler i saradnici (2008) kako bi istražili dostupnost mornaričkih medicinskih sestara. U mornaričkom korpusu medicinskih sestara, proveli su istragu o toku zaposlenih mlađih medicinskih sestara na položaje zastavnika, mlađeg poručnika i poručnika.

Prema njihovom modelu, sistemom radne snage upravljalo se kroz procese zapošljavanja i izvora zapošljavanja. Stope promaknuća u najniža dva čina bile su obavezne, ali stope promaknuća u više činove nisu, a stope zadržavanja varirale su zavisnosti od platnih razreda. Model predviđanja ponude i potražnje broja zaposlenika u hijerarhijskom sistemu ljudskih resursa koji zavisi od vremena predstavili su Belhaj i Tkouat (2013). Prepostavili su da je broj mogućnosti napredovanja dostupnih svakom radniku ograničen. Kao rezultat toga, kako bi postigli bolje rezultate, svakog su zaposlenika smjestili u vlastitu grupu vještina, gdje su imali priliku razvijati se. Model koji su razvili autori ukazuje na razlike koje postoje između očekivanih rezultata i očekivanja uprave.

Nemogućnost interakcije Markovljevih modela sa okolinom primarni je nedostatak ove vrste modela. Na primjer, teško je modelirati proces kojim entiteti ulaze i izlaze iz sistema kada se koristi ova vrsta modela. Prema Bartholomewu i saradnicima (1991), Markovljevi modeli nisu u stanju uključiti povratne informacije u sistem, kao što je uticaj napredovanja ili dnevnicke na odljev radne snage. Modeli komplikovanih sistema mogu se analizirati samo korištenjem jedinstvenih matematičkih programa u kojima se teško snalaze pojedinci koji nemaju matematičko iskustvo. To je zato što je metoda matematički utemeljena. Zbog činjenice da matematičari obično ne rade na rukovodećim pozicijama, gore navedene metode nisu ni praktične niti lako razumljive menadžerima.

Iako modeli vremenskih serija uzimaju u obzir osnovne trendove, cikluse, periodične elemente i obrasce prethodnih podataka, ove metode imaju brojne nedostatke, uključujući pretpostavku da će se nedavni trendovi nastaviti i činjenicu da ne uzimaju u obzir druge faktori osim vremena. Još jedan nedostatak ove metode je to što neizbježno zahtijeva korištenje podataka iz prošlosti. Zbog činjenice da pouzdanost ovih modela zavisi od tačnih prognoza o tome kako će se sistem ponašati tokom vremena, moguće je da nisu najbolja opcija za dugoročne simulacije, a u nekim slučajevima to može biti čak i nemoguće.

2.3.2. Optimizacijski modeli

Optimizacija, koja se fokusira na minimiziranje i maksimiziranje objektivne funkcije uzimajući u obzir veliki broj ograničenja, doživjela je široku primjenu u području modeliranja radne snage. Otkriveno je da su metode optimizacije kao što su linearno programiranje (LP), ciljano programiranje (GP), mješovito cjelobrojno linearno programiranje (MILP) i dinamičko programiranje (DP) najčešće korištene strategije unutar uključenih radova. LP, koja je također poznata kao linearna optimizacija, nastoji pronaći optimalnu vrijednost linearne funkcije dok je ograničena linearnom jednakošću ili nejednakošću. Ova metoda se često primjenjuje u kontekstu problema koji uključuju optimizaciju resursa radne snage. Suprotno tome, GP uvodi optimizacije s više ciljeva. Dinamičko programiranje je metoda za rješavanje višefaznih optimizacijskih problema u kojima se veliki problem rastavlja na manje hijerarhijske probleme. MILP uključuje linearnu ciljanu funkciju koja je uključena u kombinaciju linearnih i diskretnih cjelobrojnih ograničenja, dok je dinamičko programiranje tehnika za rješavanje takvih problema.

Mješoviti LP - simulacijski model vojske Sjedinjenih Američkih Država razvili su Eiger i saradnici (1988). Ovaj model je obuhvatio obuku, zapošljavanje, napredovanje i odlazak u penziju. Uz to, koristili su simulacijski model protoka zaposlenika kao kontrolni ulaz kako bi stabilizovali rezultate koje je proizveo optimizator i kako bi uzeli u obzir aspekte sistema koji se nisu mogli modelirati pomoću linearnog programiranja. Shemu LP razvili su Srour, Haas i Morton (2006) kako bi se omogućila efikasna ravnoteža između potražnje i ponude građevinske radne snage uzimajući u obzir obuku, zapošljavanje i raspodjelu. Niehaus (1995) upotrijebio je GP za modeliranje potreba i opskrbe brodogradilišta mornarice Sjedinjenih Američkih Država koje je prolazilo kroz veliko smanjenje zaposlenika. Weigel i Wilcox (1993) modelirali su ponudu sistema podrške odlučivanja o regrutiranoj radnoj snazi za vojsku Sjedinjenih Američkih Država koristeći kombinaciju GP, LP i Markovljevih tehnika modeliranja inventara. U modelu koji se zasniva na potražnji, MILP je korišten za optimizaciju veličine i rasporeda dugoročnih zaposlenika u poštanskom uredu (Qi i Bard, 2006). Također se koristio za minimiziranje troškova povezanih s veličinom radne snage u centru za obradu pošte (Judice, *et al.*, 2005). Oba ova istraživanja provela je poštanska služba Sjedinjenih Američkih Država. Kako bi odredili broj zaposlenika koji bi trebao raditi u pozivnom centru, Atlason i Epelman (2004) upotrijebili su nelinearni sistem za planiranje zaposlenika i pretvorili ga u MILP. Ganguly i saradnici (2014) upotrijebili su model MILP kako bi istražili optimalan broj zaposlenika odjela hitne pomoći kako bi se ukupni troškovi zaposlenika sveli na najmanju moguću mjeru uz održavanje određenog ciljanog nivoa usluge za pacijente koji dolaze. U istraživanju koje su proveli Wild i Schneeweib (1993), njemačka uslužna kompanija poslužila je kao mjesto za primjenu stohastičkog dinamičkog programiranja za optimizaciju istovremene upotrebe floatera, prekovremenih i privremenih radnika. Ozdemir-Akyldrm i Talay-Deirmenci (2015) predstavili su stohastički model i alat za optimizaciju DP-a za određivanje optimalnog broja polaznika u uslovima neizvjesnosti kao što su stope osipanja i trajanje studija. Ovaj model i alat namijenjeni su za pomoć u određivanju optimalnog broja polaznika. Promjenom broja studenata koji su primljeni u prvi

ciklus programa osposobljavanja pokušali su smanjiti koliko je stvarna veličina razreda odstupala od one koja je bila predviđena za završni ciklus programa.

Većina ovih istraživanja pokušala je pronaći najbolja moguća rješenja zasnovana na linearnim modelima sistema i kao rezultat toga skrenuli su s kursa nelinearnih dinamičkih sistema koji stvarno postoje (Forrester, 1994). Međutim, matematička složenost pronalaženja numeričkih rješenja za nelinearnu optimizaciju može biti visoka. Kao rezultat toga, ne-matematičarima bi moglo biti teško analizirati ih.

2.3.3. Generički matematički modeli

Matematički modeli doživjeli su široku upotrebu kao sredstvo korištenja matematike za opisivanje različitih aspekata stvarnog svijeta, uključujući njihovu dinamiku i odnose između tih aspekata. Brzi razvoj algoritama rezultirao je stvaranjem matematičkih jednačina koje su još složenije. To je zato što algoritmi pomažu u obradi matematičkih modela bez potrebe za pronalaženjem eksplicitnih rješenja za probleme koje postavljaju ti modeli. Doran i Deen (1981) koristili su linearne diferencijalne jednačine u planiranju radne snage kako bi istražili obrazovne zahtjeve za radnu snagu u Sjedinjenim Američkim Državama. To je bilo jedno od najranijih odabranih istraživanja. Međutim, nakon istraživanja osjetljivosti, kao i stabilnosti modela, istraživači su došli do spoznaje da linearne diferencijalne jednačine ne mogu adekvatno opisati sistem radne snage. Jiang i Begun (2002), s druge strane, koristili su dodatnu linearnu diferencijalnu jednačinu kako bi razlikovali faktore koji utiču na ponudu liječnika u Sjedinjenim Američkim Državama. Uzeli su u obzir faktore okruženja kao što su koncentracija bolnica i interesi poslodavaca, ali nisu uzeli u obzir efekat neliječničkih pružaoca usluga u svojoj analizi. Ovi neliječnički pružaoci usluga uključuju liječničke asistente i medicinske sestre. Istraživanje koje su proveli Sing, Love i Tam (2012) za rezultat je imalo razvoj matematičkog modela koji može predvidjeti potražnju za radnom snagom u građevinskoj industriji. Izveli su ovu pretpostavku korištenjem metodologije umnožavanja radne snage i pretpostavili da postoji veza između količine obavljenih građevinskih radova i potražnje za radnicima. Također su upotrijebili model raspoređenog kašnjenja kako bi pomogli u razlikovanju odnosa između zavisne varijable (godišnja promjena u građevinskom efektu) u određenoj vremenskoj tački i objašnjavajuće varijable (godišnja promjena u bruto domaćem proizvodu) u vremenima koja su bila ili manja, veća ili jednaka zadanom vremenu. Ovaj model korišten je za pomoć u razlikovanju odnosa između dvije varijable.

Čisto matematički modeli, uprkos činjenici da mogu deterministički uhvatiti odnose između ulaza i izlaza sistema, ne mogu se koristiti za karakterizaciju historijskih ili anketnih podataka zbog svoje nepraktičnosti. Istraživači su kombinovali determinističke i stohastičke komponente u svojim modelima, kao i razvili stohastičke i statističke modele, u nastojanju da tačnije opišu empirijske podatke.

2.4. Statistički i regresioni modeli

Statistički model je vrsta stohastičkog modela, što znači da uzima u obzir niz nepoznatih parametara pri projekciji budućih pojava. Približna vrijednost nesigurnih parametara određena je postupkom prilagođavanja pomoću prethodnih podataka. Proces prilagođavanja može se provesti u skladu s nizom različitih statističkih načela, kao što je procjena najveće vjerovatnosti ili procjena najmanjih kvadrata. Upotrebom statistike kao što su varijacija, očekivane vrijednosti i druge, mogu se istražiti svojstva statističkog modela kao i mjerenja koja su izvedena iz njega. Prema istraživanju koje je objavio SAS Institute Inc. (2010), odabir najučinkovitijih načela procjene zasniva se na svojstvima samih istraživača, uključujući njihovu interpretacijsku i matematičku procjenu, srednju kvadratnu pogrešku, pristranost, dosljednost i varijaciju. Regresijska analiza vrsta je statističkog modela koji istražuje uzročni efekat nezavisnih varijabli na zavisne varijable. To je moćan alat za istraživanje međuzavisnosti varijabli jer istražuje uzročni efekat nezavisnih varijabli na zavisne varijable.

Statistika i regresijska analiza dvije su vrste prediktivnih metodologija koje su doživjele široku primjenu u širokom rasponu konteksta predviđanja. Korišteni su u području zdravstvene njege za određivanje optimalnog kapaciteta dežurnog osoblja u operacionoj sali za hitne zahvate (Dexter i Liam, 2001), kao i za modeliranje potreba za radnom snagom liječnika, uzimajući u obzir faktore kao što su radne dužnosti, nivo usluga za pacijente i nivoi popunjenosti kapaciteta pacijenata (Ben-Gal *et al.*, 2010). Na osnovu generalizirane metode najmanjeg kvadrata, Lin i Juan (2010) razvili su model koji se fokusira na industrijske, organizacijske i makroekonomske parametre koji utiču na potražnju hotelskih ljudskih resursa. To su učinili razvijanjem modela. Osim toga, regresijska analiza korištena je za aproksimaciju potražnje radne snage za projekte izgradnje nekretnina u Indiji (Agarwal *et al.*, 2013) i za ispitivanje potreba za radnom snagom za mentalno zdravlje u Australiji (Reifels, *et al.*, 2014).

Statistički modeli su efikasni alati za opisivanje tipičnog ponašanja procesa, ali ne mogu ponuditi više od jednog opažanja i letimične procjene sistema radne snage. Kao rezultat toga, statistički modeli ne mogu modelirati visoko dinamične sisteme, poput onih u kojima se ljudi pridružuju i napuštaju kompaniju tokom vremena kao rezultat zapošljavanja i odlaska. Budući da regresioni modeli obično uzimaju u obzir samo jedan izlaz, moguće je da će njihovo korištenje za modeliranje sistema s više izlaza biti teško ili čak nemoguće.

2.5. Analitički modeli zaliha i protoka

Modeli zaliha i tokova predstavljaju moćan alat u analizi i planiranju radne snage, posebno u kontekstu složenih i dinamičnih radnih okruženja. Ovi modeli prikazuju zanimanja ili grupe radne snage kao "zalihe," dok se kretanja između ovih zaliha, poput promaknuća, rotacije poslova, zapošljavanja i otpuštanja, predstavljaju kao "tokovi." Ovaj pristup omogućava sveobuhvatan pregled dinamike radne snage, olakšavajući analizu raznih

aspekata pitanja radne snage, od planiranja kapaciteta do strategija zapošljavanja i razvoja karijere. Jedna od ključnih prednosti modela zaliha i tokova je njihova sposobnost da pruže sistematski pregled strukture radne snage. Prema istraživanjima Rumblea i Willisa (1986), ovi modeli omogućavaju precizno praćenje i analiziranje tokova radne snage unutar organizacije, što je od suštinske važnosti za razumijevanje internih mobilnosti, promjena u sastavu radne snage i uticaja različitih strategija upravljanja ljudskim resursima. Na taj način, modeli zaliha i tokova pružaju jasno prikazivanje dinamike radne snage, čineći ih razumljivim kreatorima politika i menadžerima. To olakšava donošenje informiranih odluka i oblikovanje politika usmjerenih prema boljem upravljanju radnom snagom, poput identificiranja potreba za dodatnom obukom ili optimizacijom zapošljavanja. Dodatno, ovi modeli omogućavaju komunikaciju između upravljačkih timova i zaposlenika, čime doprinose boljoj svijesti o strukturi i promjenama unutar radne snage. Cohen i Cleveland (1983) ističu da jasno razumijevanje tokova radne snage unutar organizacije može povećati transparentnost i povjerenje među zaposlenicima, što je ključno za motivaciju i zadovoljstvo zaposlenih. Ovi modeli omogućavaju zaposlenicima da bolje razumiju mogućnosti napredovanja, horizontalne mobilnosti ili potrebu za dodatnim kvalifikacijama.

Još jedna značajna prednost ovakvih modela je njihova sposobnost da uključe vremenski element, što omogućava jednostavan prikaz promjena koje se događaju u sistemu tokom vremena. Kroz analizu kretanja radne snage kroz različite periode, organizacije mogu identificirati obrasce, trendove i fluktuacije, te bolje razumijeti kako se njihova radna snaga mijenja i prilagođava unutar dinamičnog okruženja. Primjerice, istraživanje Morrison i Robinson (1997) ukazuje na to da modeli zaliha i tokova mogu pomoći u identifikaciji sezonskih fluktuacija u zapošljavanju ili promjena u stopama zadržavanja zaposlenika, što je ključno za planiranje kapaciteta i upravljanje rizicima. Modeli zaliha i tokova, dakle, predstavljaju snažan alat za analizu i planiranje radne snage. Oni omogućavaju preglednu vizualizaciju radne snage i njenih kretanja, pružajući dublji uvid u dinamiku radne snage kroz vrijeme. To podržava donošenje informiranih odluka i omogućava organizacijama da se proaktivno prilagođavaju promjenama u tržištu rada, tehnologiji i organizacijskim potrebama. Integracija ovih modela u strategije upravljanja ljudskim resursima može značajno povećati efikasnost i efektivnost upravljanja radnom snagom, što je ključno za dugoročni uspjeh organizacija.

Wilson (1987) je opisao model planiranja radne snage koristeći zalihe i tokove kako bi govorio o ponudi i potražnji modela. Njegov model uzima u obzir razvoj tehnologije, povećane nivoe konkurencije za povećane nivoe produktivnosti u odnosu na druge koji rade na terenu, promjene u državnom zakonodavstvu i promjene u društvenim normama. U dugoročnoj prognozi ponude radne snage u građevinskoj industriji Singa i saradnici (2012) koristili su metodu zaliha i tokova koja je uzela u obzir uticaj privrednog rasta na ponudu radne snage za različite vrste obrta. Fraher i saradnici (2013) razvili su model zaliha i protoka za predviđanje broja hirurga u Sjedinjenim Američkim Državama prema spolu, dobi i specijalnosti od 2009. do 2028. godine. Ovaj model uzima u obzir faktore politike uz demografske podatke o hirurzima. Crettenden i saradnici (2014) utvrdili su da je

metodologija zaliha i protoka najprikladniji izbor za postizanje njihovog cilja predviđanja australske zdravstvene radne snage do 2025. godine. Ispitali su kako će na rezultate, kao što je budući nedostatak radne snage, uticati promjene u budućnosti i analizirali su osjetljivost svog modela na parametre kao što su inovacija, reforma i imigracija. Činjenica da se modeli zaliha i protoka posebno oslanjaju na matematička analitička rješenja jedan je od nedostataka povezanih s korištenjem ovih modela. S druge strane, ova metoda čini osnov dinamike sistema, koja je jedan od najmoćnijih alata za simulaciju.

2.5.1. Simulacijski modeli

Simulacija je metodologija za testiranje ponašanja stvarnog sistema tokom vremena. Simulacije definišu funkcionalno ponašanje i atribute sistema predstavljanjem logičkih ili matematičkih odnosa među dijelovima tog sistema. Oni možda nemaju matematička ili algebarska rješenja, ali su prikladan pristup za istraživanje sistema koji se ne mogu riješiti analitički (Law i Kelton, 1991; Winston, 1994). Simulacijski modeli su moćni pristupi za odgovaranje na pitanja "Šta ako", ali mogu biti skupi i dugotrajni za razvoj (Budnick *et al.*, 1988), a konstrukcije i interpretacije njihovih rezultata mogu zahtijevati intervenciju matematičkih ili statističkih stručnjaci.

Zavisno od vrste sistema koji se simulira, kao i svrhe simulacije, mogu se koristiti različite dimenzije simulacije (Law i Kelton, 1991):

- stohastički (probabilistički) ili deterministički ovisno o tome jesu li ulazne varijable i parametri modela, a time i izlazi, poznati sa sigurnošću ili su ulazi s vjerovatnoćom, zbog toga se rezultati mogu smatrati samo procjenama pravih karakteristika modela;
- kontinuirani ili diskretni ovisno o tome mogu li se stanja modela mijenjati kontinuirano tokom vremena ili samo u diskretnom skupu u određenom vremenu;
- stabilno stanje ili dinamika na osnovu toga razmatraju li evolucije sistema kontinuirano tokom vremena ili u određenom vremenskom periodu.

Na osnovu općeg okvira za mapiranje simulacijskog modela njegovog sistema u stvarni svijet, postoje tri glavne metode simulacije (Banks *et al.*, 2001):

- diskretna simulacija događaja, koja simulira proces kao niz događaja kako vrijeme prolazi;
- simulacija zasnovana na agentima, koja simulira interakciju između autonomnih agenata koji slijede unaprijed definisana pravila za postizanje svojih ciljeva; i
- dinamika sistema, koja simulira sisteme kao niz zaliha i tokova, a ne pojedinačno ponašanje agenata.

Dinamika sistema (DS) je metodologija za modeliranje neizvjesnog i nelinearnog ponašanja složenih sistema. To je kontinuirani pristup modeliranju sistema koji je proizašao iz teorije inženjerskog upravljanja i koristi zalihe i tokove, vremenska kašnjenja i interne povratne

sprege. Matematički model ukupne DS strukture je sistem diferencijalnih i integralnih jednačina prvog reda (Sterman, 2000).

Prethodno korištenje ove metode uključivalo je simulacijski model Song i Rathwell (1993) za procjenu potražnje za liječnicima u Kini. Analizirali su efekte faktora poput socioekonomskih i demografskih, i zdravstvenih odrednica na potražnju za liječnicima na osnovu ciljanog omjera liječnika prema broju stanovnika. Park, Lee, Yoon i Yeon (2008) predložili su integrisani DS model za predviđanje potreba za radnom snagom industrije informacijske sigurnosti u Koreji. Željeli su vidjeti kako različite politike mogu poboljšati učinkovitost njihove radne snage. Slično Songu i Rathwellu, jedno od ograničenja njihovog modela bilo je to što su se neke od varijabli modela koje se odnose na politiku zasnivale samo na odnosima omjera koji su uticali na tačnost rezultata simulacije. Mouza (2010) pokazao je dinamička svojstva i evoluciju sistema radne snage u DS modelu i formulisao problem optimalne kontrole. Predstavila je metodu rješenja za aproksimaciju optimalne politike na izravan način, bez rješavanja uzastopno ili unazad kako to nalažu uobičajne metode. Jedno ograničenje njenog rada je to što nije eksplicitno istraživala efekat stopa prelaska na razvoj sistema. Barber i Lopez-Valcarcel (2010) izradili su DS model ponude i potražnje, odnosno potrebe za medicinskim stručnjacima u Španiji. Razmotrili su obrazovanje, demografiju i parametre tržišta rada u svom modelu, a varijable koje kontrolišu zdravstveni planeri, poput broja upisanih studenata medicine i obvezne dobi za odlazak u penziju, postavljene su kao parametri za simulaciju različitih scenarija. Glavno ograničenje njihovog pristupa je da se potreba za pružaocima usluga procjenjuje na osnovu pretpostavljenih stopa rasta broja pružaoca po glavi stanovnika. Te su stope rasta konstantne tokom vremena i ne uzimaju u obzir demografske promjene stanovništva. Također se zasnivaju na američkim procjenama uprkos modelu koji se razvija za Španiju. Fraher i saradnici (2013) izradili su dinamički model stanja i toka kako bi projicirali ponudu hirurga prema spolu, dobi i specijalnosti u SAD-u od 2009. do 2028. godine. Međutim, ova studija nije uzela u obzir potražnju za hirurgijom niti efekat same ponude na operacije. Masnick i McDonnell (2010) zauzeli su DS pristup kako bi povezali planiranje kombinacije vještina kliničkog osoblja s dinamikom zdravstvene njege i bavili su se interakcijama, povratnim informacijama i kašnjenjima koja utiču na ravnotežu zdravstvenog sistema s obzirom na potrebe i ponudu. Iako su razvili model širokog endogenog sistema zdravstvene njege koji uzima u obzir varijable iz stvarnog svijeta kao što su razvoj tehnologije, te političko i privredno okruženje, nisu uzeli u obzir dobne kategorije radne snage, niti su uključili bilo kakve prijedloge za optimalan broj pripravnika za upisati. Vanderby i saradnici (2010) su stvorili DS model radne snage kardiohirurga u Kanadi zasnovan na ponudi i potražnji, i procijenili prekomjernu ponudu ili neadekvatnost trenutne radne snage koja proizlazi iz upisa rezidenata između 2008. i 2030. godine.

3. PREDVIĐANJE POTRAŽNJE ZA RADNOM SNAGOM U ZDRAVSTVENOM SEKTORU

Zdravstveni ljudski resursi (HHR), poznati i kao medicinsko osoblje, igraju ključnu ulogu u unaprjeđenju općeg standarda života ljudi. Reid (1992) naglašava duboku potrebu za razvojem i revizijom strategija vezanih za zdravstvene ljudske resurse kako bi se osiguralo učinkovitije i pravednije pružanje usluga unutar zdravstvenih institucija. Kako su naglasili Ozcan i saradnici (1995), uspješno upravljanje i optimalna raspodjela osoblja predstavljaju ključne faktore koji utiču na cijenu, kvalitetu i obim usluga koje se mogu pružiti, odnosno na kvalitetu pružene usluga.

Efikasno upravljanje ljudskim resursima u zdravstvu je od suštinske važnosti ne samo za ekonomsku efikasnost, već i kao ključni faktor za osiguravanje najvišeg mogućeg nivoa njege za pacijente i društvo u cjelini. Adekvatan broj kvalifikovanog i motivisanog osoblja može značajno unaprijediti kvalitet zdravstvene njege, optimizirati korištenje resursa i pozitivno uticati na zdravstvene ishode. Prema studiji Westa *et al.* (2014), kvaliteta zdravstvenih usluga u velikoj mjeri zavisi od kompetencija i motivacije zdravstvenih radnika, što direktno utječe na ishode pacijenata i ukupno zadovoljstvo uslugama. Povezivanje adekvatnog osoblja sa zahtjevima i potrebama zdravstvenog sistema je ključno za dobrobit društva. To uključuje ne samo kvantitativno odgovaranje na potrebe za određenim brojem zdravstvenih radnika, već i kvalitativno usklađivanje kompetencija i specijalizacija sa specifičnim potrebama zajednice. Na primjer, starenje populacije zahtijeva veći broj specijalista u oblasti gerijatrije, dok tehnološki napredak u medicini zahtijeva kontinuiranu edukaciju i prilagođavanje zdravstvenih radnika novim metodama i tehnologijama.

Integrirana strategija razvoja ljudskih resursa u zdravstvu omogućava stvaranje ravnoteže između dostupnosti, kompetencija i potreba osoblja. U tom kontekstu, prema istraživanju Needlea (2015), razvijanje sveobuhvatnih strategija upravljanja ljudskim resursima, koje uključuju kontinuiranu edukaciju, jasne karijerne putanje i podršku u radnom okruženju, može značajno poboljšati zadržavanje osoblja i njihovu profesionalnu satisfakciju. To je posebno važno u zdravstvenoj industriji koja se brzo razvija i gdje su promjene u tehnologiji, demografiji pacijenata i zdravstvenim politikama konstantne.

Uloga zdravstvenih ljudskih resursa je presudna za osiguravanje kvalitetne i pristupačne zdravstvene njege. Zdravstveni radnici su na prvoj liniji u pružanju usluga, a njihova efikasnost i zadovoljstvo direktno utiču na iskustvo pacijenata i ishode liječenja. Studija pod rukovodstvom Bakera *et al.* (2016) ističe da organizacije koje investiraju u obuku i razvoj svojih zaposlenih ne samo da povećavaju kvalitet usluga, već i poboljšavaju ukupne zdravstvene ishode zajednice.

Razvoj strategija upravljanja ovim resursima predstavlja ključni korak prema boljem pružanju usluga te ostvarenju optimalnih zdravstvenih ishoda za pacijente i zajednicu.

Implementacija modernih pristupa kao što su analitika podataka i personalizirani planovi obuke omogućava efikasnije korištenje ljudskih resursa, što je posebno važno u kontekstu ograničenih resursa i rastućih potreba u zdravstvenom sektoru. Na taj način, integrisano i strateško upravljanje ljudskim resursima može značajno doprinijeti održivosti zdravstvenih sistema i dugoročnom zdravlju populacije.

Prema istraživanju O'Brien-Pallas i saradnika (1999), proces planiranja ljudskih resursa u zdravstvu (HHRP) u većini zemalja karakteriše sporadičnost, različita kvaliteta i često se provodi bez adekvatnih podataka. Kao posljedica ovakvog nedostatka koordinacije, građani i donosioci politika suočavaju se s nepredvidivim izmjenama u opskrbi medicinskim osobljem, što za rezultat ima periode nestašica i viška medicinskog osoblja. U skladu s prethodnim istraživanjem O'Brien-Pallas i saradnika (1998), ovi nepredvidljivi ciklusi nestašica izazivaju opravdanu zabrinutost u vezi s prikladnošću i kvalitetom njege za pacijente. Nedostatak dovoljnog medicinskog osoblja može ozbiljno narušiti dostupnost i kvalitetu zdravstvenih usluga, dovodeći u pitanje sigurnost i dobrobit pacijenata. Nestašice u ljudskim resursima također mogu imati dubok uticaj na zdravstvene radnike, stvarajući povećani stres, preopterećenost i smanjeno zadovoljstvo poslom. Osim toga, ovakve fluktuacije u radnoj snazi mogu otežati kontinuitet njege i stvoriti nestabilnost unutar zdravstvenih ustanova. Unaprjeđenje procesa planiranja ljudskih resursa u zdravstvu je ključno kako bi se osigurala dosljedna dostupnost kvalifikovanog osoblja. Detaljno prikupljanje podataka, analiza trendova u potrebama osoblja, te razvoj fleksibilnih strategija za upravljanje fluktuacijama mogu biti od velike važnosti za stabilizaciju zdravstvenih kadrova. Kroz održivo i cjelovito planiranje ljudskih resursa, moguće je smanjiti izazove s kojima se suočavaju pacijenti, zdravstveni radnici i širi zdravstveni sistem.

Prema kolektivnim mišljenjima iznesenim u nizu različitih istraživanja (Aiken i Salmon, 1994; Schroeder, 1994; Sullivan *et al.*, 1996; Pong, 1997), stalni ciklusi prekomjerne ili nedovoljne dostupnosti zdravstvenog osoblja u Sjevernoj Americi odražavaju nedostatke u metodama procjene budućih potreba. Netačne prognoze rasta stanovništva, kao i nedostatak sveobuhvatnih baza podataka te korištenje omjera radne snage prema broju stanovnika doprinijeli su neravnoteži u zdravstvenoj radnoj snazi (Hacon, 1973; Ytterberg *et al.*, 1983; Pong, 1997; Pong, 1998). Ova situacija ukazivala je na neujednačeno stanje, gdje se neuspješno suočavanje s neravnotežom u raspodjeli radne snage nastavljalo uprkos općenitoj prevelikoj dostupnosti zdravstvenih radnika u Sjevernoj Americi. Očito je da tadašnji sistemi predviđanja nisu uspijevali adekvatno uzeti u obzir dinamiku raspodjele i specifične obrasce prakse u različitim regijama. U svjetlu ovih uočenih problema, nužno je da planeri i donosioci politika osmisle napredne i sveobuhvatne metode procjene budućih potreba za zdravstvenim radnicima. Tek kroz precizno shvaćanje i promišljeno upravljanje potražnjom i ponudom radne snage moguće je postići optimalnu ravnotežu između zdravstvenih potreba pacijenata i dostupnih resursa.

Kako bi predvidjeli ponudu i potražnju za HHR, vladini planeri koristili su niz različitih pristupa (Hall i Mejia, 1978). Tradicionalne metode doživjele su dalji razvoj, a brojna područja studija dodala su jedinstvene metode dizajna i analize alatima koji su im stajali na

raspolaganju. Praksa predviđanja nije ograničena na korištenje jedne metode. U jednoj studiji istraživači će često koristiti niz različitih dizajna predviđanja. Metode analize koje koriste za predviđanje kreću se od deskriptivnih do prediktivnih i proizlaze iz područja kao što su demografija, epidemiologija, ekonomija i industrijsko inženjerstvo. Činjenica da postoji toliko mnogo potencijalnih metoda za predviđanje zahtjeva HHR-a odraz je ograničenja koja svaka od njih ima. Metode predviđanja koje su opisane pokazale su da su tačne i korisne u određenim okolnostima. Međutim, nijedne od njih nisu pokazale da su posebno tačne za dugoročno predviđanje ili za procjenu potreba velikih populacija ili geografskih područja (Hall, 1988). Studije koje predviđaju budućnost promatraju ponudu, potražnju ili neku kombinaciju to dvoje, zavisno od metoda koje se koriste.

3.1. Pristupi sa strane ponude

Predviđanje na strani ponude dobilo je značajnu količinu pažnje u svim istraživanjima, dok je predviđanje potražnje dobilo manji postotak ukupnih pokušaja. Ova kategorija uključuje i korištenje omjera radne snage i stanovništva, te ekonometrijskih modela koji se fokusiraju na faktore koji utiču na učestvovanje u radnoj snazi. Slabosti ovog pristupa vrlo su detaljno ispitane i analizirane. Lomas i saradnici (1985), te Roos i saradnici (1999) tvrde da je značajan dio rada u planiranju radne snage liječnika utemeljen na pretpostavci da je potražnja ekvivalentna ponudi. Kao rezultat toga, potreba se često odnosi na ukupan broj medicinskog osoblja, dok se efekat odnosi na iskorištenost. Problemi s mjerenjem uključuju nemogućnost dobivanja razumnih procjena broja liječnika i pretpostavku da se te procjene neće promijeniti u budućnosti. Ako se određeni faktori, kao što su stope zamjene, načine plaćanja, obrasci mobilnosti, vježbanja ne uzmu u obzir, tada će predviđanja neizbježno biti pogrešna.

Pristupi projekciji ponude nisu neutralni. Metodologije na kojima se zasnivaju ovi pristupi mogu značajno ograničiti raspon dostupnih opcija (Lomas *et al.*, 1985). Procjene migracije, mortaliteta i plodnosti potrebne su kako bi se ove metode primijenile u praksi. S druge strane, pokazalo se u više navrata (Lomas *et al.* 1985) da te procjene postaju značajno manje pouzdane kako se projicira sve dalje i dalje u budućnost. Postoji konceptualna prepreka povezana s procesom mjerenja produktivnosti na osnovu pruženih usluga. Stvarni dobitak produktivnosti može se razlikovati od povećanja produktivnosti koji se javlja kao rezultat dužeg radnog vremena ili manipulacije uslugama, a oboje imaju potencijal dugoročnog negativnog efekta na ishod zdravstvene njege (Lomas *et al.*, 1985). Mjere produktivnosti mogu se poboljšati odvajanjem stvarnog povećanja produktivnosti od povećanja produktivnosti.

Prilikom izrade projekcija na osnovu ponude uvijek postoji rizik precjenjivanja stvarne potražnje. Lomas i saradnici (1985), i Roos i saradnici (1999) upozorili su na mogućnost da analitičke metode dovedu do umjetno prenapuhane procjene stope iskorištenosti liječnika. Ovaj pristup ima potencijal pridonijeti sve većim zahtjevima koji se postavljaju pred liječnike. Oni impliciraju da procjene tačnog broja i vrste liječnika ne odražavaju stvarno stanje u zdravstvenim ustanovama. Prema Lomasu i kolegama (1985), rasponi procjena daju

tačnije procjene o tome kakve bi mogle biti buduće potrebe jer uzimaju u obzir različite projekcije budućnosti.

Uprkos činjenici da su podaci potrebni za procjenu i opisivanje ponude medicinskih sestara često tačniji od podataka liječnika (Turner *et al.*, 1993), obrasci učestvovanja radne snage imaju tendenciju biti manje predvidljivi i pokazuju značajne varijacije unutar i među dobnim skupinama. Kao posljedica toga, vjerovatnije je da će dugoročne procjene koje se zasnivaju na ponudi medicinskih sestara sadržavati pogreške. Slično situaciji s populacijom liječnika, nemogućnost prepoznavanja značajnog supstitucijskog potencijala u srodnim zdravstvenim profesijama može dodatno smanjiti tačnost predviđanja ponude (Hall i Mejia, 1978; Lomas *et al.*, 1985; Turner *et al.*, 1993; Pong 1997). Prethodna istraživanja su pokazala da su ishodi povezani s njegom koju pružaju medicinske sestre (NP) uporedivi s onima povezanim s njegom koju pružaju liječnici opće prakse (Denton *et al.*, 1983; Marchette i Holloman, 1986; Ethridge i Lamb, 1989; Naylor, 1990; Cohen, 1991; Ethridge, 1991; Aiken *et al.*, 1993; Mitchell *et al.*, 1993; Prescott, 1993; DiCenso, 1998).

3.2. Pristupi na strani potražnje

HHR ponuda i stope slobodnih radnih mjesta često se koriste kao osnovni parametri u grubim procjenama koje su generisane predviđanjem na osnovu potražnje u zdravstvenom sektoru. Ovi parametri omogućavaju osnovnu procjenu potrebne radne snage, ali često ne uzimaju u obzir složenost stvarnih potreba zdravstvenog sistema. U većini slučajeva, koriste se normativni ili ekonometrijski pristupi kako bi se kvantifikovala potražnja za zdravstvenim uslugama i s njima povezanim zahtjevima. Normativni pristupi temelje se na unaprijed određenim standardima ili smjernicama, kao što su omjeri pacijenta prema osoblju, kako bi se procijenile potrebe za zdravstvenim radnicima. S druge strane, ekonometrijski modeli koriste statističke metode za analizu podataka o korištenju zdravstvenih usluga i demografskim karakteristikama populacije. Ovi modeli omogućavaju preciznije predviđanje potreba na osnovu stvarnih podataka o korištenju, a ne samo na osnovu normativnih smjernica.

Prema istraživanju Birch i Maynard (2000), postoji sve veća dostupnost podataka potrebnih za kvantificiranje željenog obima usluga u odnosu na zdravlje stanovništva, što uključuje specifične modalitete prevencije i liječenja. Ovi podaci omogućavaju korištenje kvantitativnih metoda za određivanje specifičnih zdravstvenih potreba ili za provjeru valjanosti normativno određenih odluka o zdravstvenim potrebama. Na primjer, ekonometrijski modeli mogu analizirati kako faktori poput starosne strukture stanovništva, stope hroničnih bolesti i socioekonomski status utiču na potražnju za određenim zdravstvenim uslugama.

Pristupi korištenju, kao što su ekonometrijski modeli, usmjereni su ne samo na demografske karakteristike i obrasce korištenja usluga u općoj populaciji, već i na tržišne faktore koji utiču na takvo korištenje. Na primjer, u kanadskom zdravstvenom sistemu, pristup uslugama

i preferencije korisnika zdravstvenih usluga se detaljno analiziraju kako bi se razumjele varijacije u potražnji. Prema studiji Devlin i Sarma (2008), faktori poput dostupnosti zdravstvenih ustanova, čekanja na usluge, i troškova koji nisu pokriveni osiguranjem mogu značajno uticati na obrasce korištenja zdravstvenih usluga.

Iako se metode korištenja mogu implementirati s podacima koji su relativno dostupni, pristupi zasnovani na stvarnim potrebama zdravstvenih usluga zahtijevaju mnogo detaljnije podatke koji možda nisu dostupni za sve komponente zdravstvenog sistema. Kvaliteta podataka, kao i tehnologija potrebna za rad s detaljnim podacima o potražnji, predstavljaju značajne izazove. Studija Smith i Newton (2017) naglašava da složenost zahtjeva za podacima povećava vjerovatnoću pogreške, posebno kada podaci nisu potpuni ili su prikupljeni iz različitih izvora s različitim standardima kvalitete. Osim toga, postoje ograničenja u predviđanju potreba za pojedinačnim zdravstvenim zanimanjima. Studije često ne uzimaju u obzir nedovoljan nivo pruženih usluga, ili efekte podijeljenih kompetencija i zamjene između različitih zdravstvenih zanimanja. Na primjer, uloga medicinskih sestara i ljekara može se preklapati u nekim aspektima skrbi, ali studije često ne uzimaju u obzir ovu fleksibilnost u radnoj snazi, što može dovesti do netačnih procjena potreba. Ovi nedostaci ukazuju na potrebu za integriranim i fleksibilnim modelima koji mogu bolje odražavati stvarne potrebe zdravstvenog sistema. Integracija naprednih analitičkih tehnika i kontinuirano praćenje i ažuriranje podataka može pomoći u prevazilaženju ovih izazova, omogućavajući preciznije i realnije procjene potreba za zdravstvenim radnicima. Takođe, razvoj i implementacija politika koje promovišu bolje prikupljanje i korištenje podataka ključni su za unapređenje planiranja i upravljanja zdravstvenim ljudskim resursima.

Prema O'Brien-Pallasu i kolegama (1999), metode koje zemlje koriste kako bi pokušale procijeniti potražnju za medicinskim osobljem i uslugama uvelike se razlikuju jedna od drugih širom svijeta. O'Brien-Pallas i saradnici (1999) rekli su da su od 1992. ocjenjivali i potražnju za uslugama njege i korištenje usluga njege. Općenito, zemlje su istražile svoje HHR zahtjeve, nivoe korištenja, uloge i funkcije. Prema njima neke zemlje su procijenile svoje potrebe provodeći retrospektivnu procjenu broja medicinskog osoblja koje je bilo potrebno, dok su drugi koristili podatke iz sistema klasifikacije pacijenata kako bi odredili broj medicinskog osoblja koje je bilo potrebno da zadovolje potražnju pacijenata za uslugama.

3.3. Metode analize

Konceptualni i analitički pristupi u predviđanju potreba za zdravstvenim ljudskim resursima (HHR) razlikuju se po svojim metodama, fokusima i primjenama, reflektujući kompleksnost i raznolikost faktora koji utiču na ove potrebe. Analitički pristupi se često svrstavaju u tri glavne kategorije: populacijski modeli, ekonomski modeli (uključujući mikro i makroekonomiju), te metode bazirane na operacijskom istraživanju. Svaki od ovih pristupa donosi specifične prednosti i izazove, pružajući različite uvide u predviđanje potreba za

HHR-om. Populacijski modeli, često zasnovani na društvenim naukama i demografiji, koriste demografske podatke za predviđanje budućih potreba za zdravstvenim radnicima. Ovi modeli su sofisticiraniji i složeniji, obuhvatajući širi spektar varijabli kao što su starosna struktura populacije, stope nataliteta i mortaliteta, migracijski obrasci, te prevalencija hroničnih bolesti. Prema studiji autora Bongaarts i Bulata (2019), populacijski modeli omogućavaju detaljnu analizu kako demografski faktori mogu uticati na potrebu za zdravstvenim uslugama. Ovi modeli su posebno korisni u dugoročnim planiranjima, jer uzimaju u obzir sporije promjene u demografskim strukturama koje mogu imati značajan uticaj na potražnju za zdravstvenim radnicima. Ekonomski modeli, zasnovani na ekonomskoj teoriji i financijama, koriste raznovrsne stohastičke i regresione metode za analizu uticaja ekonomskih uslova na potrebe za zdravstvenim osobljem. Ovi modeli analiziraju faktore kao što su ekonomski rast, inflacija, promjene u zdravstvenom osiguranju, i javna potrošnja na zdravstvo. Na primjer, istraživanje Smitha i Newhousea (2009) pokazuje kako ekonomski šokovi i recesije mogu smanjiti potrošnju na zdravstvene usluge, što posljedično utiče na zapošljavanje zdravstvenih radnika. Ovi modeli pomažu u razumijevanju kako financijski faktori oblikuju potrebe za HHR-om, omogućavajući kreatorima politika da prilagode strategije zapošljavanja i obuke u skladu s ekonomskim predviđanjima.

Metode operacijskog istraživanja, kao što su linearno programiranje, simulacija, Markovljevi lanci i polu-Markovljevi procesi, koriste se za analizu i optimizaciju složenih procesa u zdravstvenim sistemima. Ovi pristupi omogućavaju detaljno modeliranje protoka radne snage, rotacije poslova, i drugih dinamičkih elemenata koji utiču na HHR. Na primjer, prema istraživanju Hall *et al.* (2017), simulacije i Markovljevi modeli mogu biti korisni u procjeni efekata različitih politika zapošljavanja i obuke na dugoročne kapacitete radne snage. Ovi modeli pomažu organizacijama da optimiziraju resurse, poboljšaju efikasnost i minimiziraju troškove, pružajući bolji uvid u dinamiku radne snage. Raznolikost pristupa koji se koriste u modeliranju HHR-a ogleda se i u širokom rasponu vrsta modela koje nalazimo u drugim industrijama, poput proizvodnje, logistike i usluga. Proučavanje različitih pristupa pomaže u stvaranju sveobuhvatnih i preciznih predviđanja, pružajući korisnicima bolji uvid u buduće potrebe za zdravstvenim osobljem. Na primjer, integracija podataka iz različitih izvora, kao što su demografski, ekonomski i zdravstveni podaci, može značajno poboljšati tačnost i relevantnost predviđanja. Ovi modeli omogućavaju donošenje informiranih odluka, planiranje dugoročnih strategija i prilagođavanje resursa kako bi se osiguralo da zdravstveni sistemi mogu odgovoriti na promjenjive potrebe stanovništva. Kombinacijom ovih različitih metodoloških pristupa, istraživači i praktičari mogu dobiti dublje i preciznije uvide u složene dinamike koje oblikuju potrebe za zdravstvenim ljudskim resursima. Integracija ovih metoda također može pomoći u prepoznavanju i adresiranju nedostataka u pojedinačnim modelima, omogućavajući razvijanje robusnijih i prilagodljivijih strategija za upravljanje zdravstvenim kadrovima.

3.3.1. Projekcije temeljene na broju stanovnika

Prije 1970. godine najčešća metoda projekcije zasnivala se na omjeru radnog stanovništva prema ukupnom stanovništvu. Američki ured za zdravstvene resurse i razvoj (BHRD) izdao je izvješće 1974. godine pod naslovom "Projekcija američke ponude medicinskih sestara do 1990. godine" (BHRD, 1974). Autori su predstavili standardnu, nisku i visoku projekciju, kako je i uobičajeno za ovu vrstu prognoziranja. Osnov njihove projekcije zasnivao se na pretpostavci da će faktori koji utiču na opskrbu nastaviti pratiti istu demografiju i stope iskorištenja kao prije. Niska procjena bila je odraz izjednačavanja trendova u vrsti obrazovanja za koje se novi polaznici programa za medicinske sestre odlučuju pridržavati kao odgovor na potražnju za uslugama njegovatelja. Do tako visoke procjene došli su na osnovu hipoteze da će dio studenata koji upisuju programe njegovatelja u odnosu na ukupni broj upisanih na fakultet ostati isti. Zbog toga je bilo predviđeno postepeno povećanje broja studenata koji će upisivati programe njegovatelja. U ovom posebnom scenariju, stopa smanjenja je održana na istom nivou tokom cijelog perioda projekcije. Kao rezultat toga, zanemareni su efekti različitih dobnih skupina.

Iako se izravna metoda projekcije koju daje BHRD često koristi, značajan broj istraživača vrši prilagodbe za osipanje prema dobnj skupini. U istraživanju ovlaštenih registrovanih medicinskih sestara anesteziologa (CRNA) koje su proveli Cromwell i saradnici (1991), koristili su standardne metode prilagodbe faktora kao što su učestvovanje u radnoj snazi, nezaposlenost, obrazac rada (puno/polovično radno vrijeme), odljev zbog smrti i penzionisanja, te ulazak u praksu kako bi došli do preciznije procjene ponude. Uključili su jednačinu potražnje u svoje istraživanje zasnivajući je na predviđenom broju bolničkih i izvanbolničkih postupaka koji zahtijevaju anesteziju, radnom opterećenju CRNA-a i uključenosti CRNA-a u nekliničke aktivnosti poput nastave i istraživanja. Osim toga, procijenili su troškove obrazovanja kao i uštede u pružanju njege prema tri različite projekcije za opskrbu CRNA-om: osnovnoj, srednjoj i visokoj. Pokazali su značajno smanjenje količine novca potrošenog na troškove zdravstvene njege prema scenarijima većeg korištenja CRNA-e.

Uprkos strožijoj metodologiji koju su koristili, studija Cromwella i saradnika (1991) ipak je uspjela pokazati neke od problema koji su zajednički s ovakvim vrstama projekcija. Za početak, metode dobnih skupina moraju funkcionisati pod pretpostavkom da će se svaka skupina ponašati na isti način u svakoj dobnj kategoriji. To je zato što je nemoguće tačno projicirati ponašanje učestvovanja u radu. S druge strane, dokazi iz prošlosti proturječe ovoj teoriji (Deane i Yett, 1979; Lomas *et al.*, 1985; Pong, 1997). Osim toga, istraživači gotovo uvijek rade pod pretpostavkom da će potrošačke navike zadržati svoje trenutno stanje (Roos *et al.*, 1999). Promjene u faktorima ponude ili potražnje mogu imati značajan uticaj na projicirane vrijednosti.

Rytenovo (1997) istraživanje ponude medicinskih sestara u Kanadi također je dovela do iste zabrinutosti. Koristeći kohortnu analizu koja je modelirana na demografskim podacima,

predviđjala je da će do 2011. u cijeloj Kanadi nedostajati medicinskih sestara. U istraživanju su korištene standardne metode procjene trenutnog broja, ulaska, mobilnosti između sektora zdravstvene njege i opadanje za procjenu dostupnog broja registrovanih medicinskih sestara (RN). Ryten je do svojih procjena nivoa potražnje došao zasnivajući ih na tadašnjoj potrošnji bolničkih usluga. Također je iznio pretpostavku da se potražnja za uslugama specifična za dobnu skupinu neće promijeniti tokom vremena, čak i ako se te usluge presele u drugi sektor.

Kao odgovor na sve veći broj starijih osoba u svijetu, Ryten (1997) je dao tri različite projekcije zasnovane na različitim scenarijima zapošljavanja medicinskih sestara. Prema različitim projekcijama, do 2011. godine nedostajat će između 50.000 i 113.000 medicinskih sestara. Važno je napomenuti da su se te procjene zasnivale na pretpostavci da će modaliteti liječenja i korištenje zdravstvenih sistema ostati stabilni. Izvode se samo prilagodbe kako bi se uzele u obzir promjene za koje se predviđa da će se dogoditi kao rezultat starenja stanovništva. Činjenica da se pretpostavlja da će zahtjevi za HHR biti isti bez obzira na zdravstveni sektor u kojem se usluge pružaju nije u skladu sa znanjem koje je trenutno dostupno. Osim toga, nije sigurno hoće li članovi različitih skupina imati iste obrasce potrošnje zdravstvene njege ili zahtjeve za zdravstvenim uslugama kako budu starili. Kao što je slučaj s velikom većinom istraživanja zasnovanih na populaciji, Ryten je također napravio pretpostavku da će stope ulaska, ponovnog ulaska i osipanja iz zaliha medicinske sestre nastaviti slijediti svoj utvrđeni obrazac. Dokazi iz prošlosti govore da to nije tako. Budući da obrasci učestvovanja u radu variraju u različitim dobnim skupinama, dugoročna predviđanja broja medicinskih sestara historijski su se pokazala netačnim (Deane i Yett, 1979). Ryten nije uzeo u obzir efekte zamjene različitih vještina ili sposobnosti.

3.3.2. Ekonometrijski modeli

Istraživanje koje su proveli Deane i Yetta (1979) pruža uvid u složenije ekonometrijske modele koji su bili široko korišteni tokom 1970-ih godina. Ovo istraživanje je ispitalo primjenu sofisticiranih metoda analize kako bi se bolje razumijelo i predviđjelo stanje tržišta medicinskih sestara u to vrijeme. Model koji su Deane i Yett predstavili bio je višedimenzionalan i zasnivao se na raznim varijablama koje su uticale na tržište medicinskih sestara. Ovi faktori uključivali su dionice i plaće, što je ukazivalo na ekonomske aspekte zanimanja. Model je također uzimao u obzir broj slobodnih radnih mjesta, podatke o populaciji i informacije o bolnicama, kako bi bolje razumio i predvidio dinamiku potražnje za zdravstvenim osobljem. Ono što čini ovo istraživanje posebno značajnim jest njena sposobnost da na osnovu historijskih podataka iz istog vremenskog razdoblja precizno predvidi opskrbu zdravstvenim osobljem. To potvrđuje da je model bio efikasan u razumijevanju složenih međuođnosa između ekonomske dinamike, potražnje i ponude na tržištu zdravstvenih ljudskih resursa. Ova studija pokazuje da su ekonometrijski modeli tada bili u mogućnosti uspješno analizirati i projicirati stanje tržišta medicinskih sestara, oslanjajući se na raznolike faktore kako bi se dobili precizni rezultati. Na kraju, istraživanje Deane i Yetta daje primjer kako su se u prošlosti koristili složeniji ekonometrijski modeli za analizu tržišta zdravstvenog osoblja. Ovakvi pristupi pomažu donosiocima politika i

stručnjacima u zdravstvu da bolje razumiju dinamiku radne snage i da donesu informisane odluke kako bi osigurali stabilnost i kvalitetu zdravstvenih usluga.

Lehner i njegove kolege (1995) razvili su inovativan pristup uključivanju ekvivalenata punog radnog vremena liječnika (FTE) u svoje istraživanje. Oni su koristili pristup zasnovan na zahtjevima za radnom snagom, koji se zasniva na konceptu inverzne funkcije proizvodnje. Ova inovativna metodologija omogućila im je uspješno izgraditi svoj model i analizirati odnos između različitih varijabli u kontekstu zdravstvenih resursa. Koncept zahtjeva za radnom snagom zasniva se na ideji da su zahtjevi za radnom snagom funkcija dinamičnih faktora, uključujući broj pacijenata, broj operativnih kreveta i broj FTE liječnika. Ova metodologija omogućava razumijevanje kako se ovi faktori međusobno povezuju i utiču na potrebu za medicinskim sestrama. Lehner i saradnici su uspješno primijenili ovaj model na 159 različitih bolničkih jedinica kojim upravljaju Veterans Health Administration. Analizirali su kako broj operativnih kreveta, opterećenje pacijenata prilagođeno kombinaciji slučajeva i broj FTE liječnika utiče na potrebu za punim radnim vremenom medicinskih sestara. Njihova analiza je pokazala da su ovi faktori zajedno mogli objasniti čak 25% varijacije u FTE medicinskih sestara. Ova studija pokazuje važnost inovativnih pristupa i modeliranja u razumijevanju složenih odnosa između različitih faktora u zdravstvenim resursima. Korištenje zahtjeva za radnom snagom kao osnova za modeliranje omogućava dublje razumijevanje kako različiti elementi zdravstvenog sistema međusobno djeluju i kako utiču na kvalitetu njege i efikasnosti.

Iako su ekonometrijski pristupi pružili korisne okvire za analizu veza između različitih faktora kao što su zalihe, plaće, potražnja i proračun, važno je istaknuti da imaju svoja ograničenja u konceptualnoj primjerenosti. Ovi pristupi nisu uvijek usmjereni na sve ključne aspekte zdravstvenih ljudskih resursa (HHR) i ne obraćaju uvijek dovoljno pažnje na širu sliku. Na primjer, ekonometrijski pristupi često ne uzimaju u obzir potrebe stanovništva u pogledu zdravlja. Ovi pristupi se uglavnom fokusiraju na ekonomske i kvantitativne faktore, dok se aspekti kvalitete zdravstvenih usluga i brige za pacijente mogu zanemariti. Također, vladina politika i njen uticaj na zdravstveni sistem, kao i društveni, politički i ekonomski faktori, često se ne uzimaju dovoljno u obzir u ovim pristupima. Iako analiza troškova ima važno mjesto u modelima HHR-a, troškovi ne bi trebali biti jedini faktor koji pokreće aktivnosti modeliranja. Modeliranje HHR-a treba se fokusirati na razumijevanje kvalitete skrbi za pacijente, uticaja na medicinske sestre te cjelokupnog zdravstvenog sistema. Važno je razmišljati o dugoročnim ishodima i posvetiti se mjerilima kvalitete za pacijente, medicinsko osoblje i sistem kao cjelinu. Prilikom modeliranja potreba HHR-a, ključno je osigurati ravnotežu između kvantitativnih i kvalitativnih faktora, te uzeti u obzir širi kontekst u kojem se zdravstveni sistem nalazi. Ovo će pomoći u stvaranju holističkog i sveobuhvatnog modela koji će uzeti u obzir sve relevantne aspekte i osigurati optimalnu kvalitetu njege za pacijente i efikasnost zdravstvenog sistema.

3.3.3. Modeli operacijskog istraživanja

Metode operacijskog istraživanja često su glavne u mikronivou istraživanja s ciljem predviđanja lokalnih potreba za radnicima i efikasnog raspoređivanja resursa. Ova pristupna metoda omogućava dublje razumijevanje dinamike rada u konkretnim kontekstima, a kada se sve te informacije kombinuju, moguće je doći do procjena ukupnih potreba u cijeloj industriji. Na primjer, u kontekstu primarne zdravstvene zaštite, istraživanje Trivedija i njegovih kolega (1987) primijenila je tehnike operacionog istraživanja kako bi preciznije predvidjela dostupnost pružaoca usluga. Koristili su polu-Markovljev model kako bi uključili dinamičnost i kretanje pružaoca primarne zdravstvene zaštite (liječnici, medicinske sestre i pomoćnici) u svoje projekcije ponude. U analizu su uključili faktore kao što su distribucija i stope odlaska liječnika, veličina radnih timova za medicinske sestre i pomoćnike te dostupni kapaciteti za specijalizaciju. Kako bi dobili potpunu sliku, koristili su podatke iz anketa Health Interview Survey i National Ambulatory Medical Center Survey za procjenu tržišne potražnje. Bazu podataka su koristili za procjenu potreba zasnovanih na epidemiološkim podacima i stručnim mišljenjima. Istraživači su testirali pretpostavke i primijenili Markovljeve i polu-Markovljeve modele kako bi postigli preciznije prognoze. Rezultati su pokazali da primjena polu-Markovljevog modela za praćenje kretanja pojedinaca imala je značajan uticaj na procjene raspoložive ponude pružaoca usluga. Ovakav pristup omogućio je dublje razumijevanje dinamike i fleksibilnosti rada medicinskog osoblja, te je pridonio tačnijim projekcijama. Uprkos napretku u preciznosti predviđanja, istraživači su i dalje morali raditi s pretpostavkama o konzistentnosti trenutnih ponašanja i uzorcima pružanja zdravstvene njege. Ovo istraživanje naglašava važnost daljeg istraživanja kako bi se modeli unaprijedili i uključili što više relevantnih faktora kako bi se osigurala što bolja predviđanja i upravljanje resursima u sektoru zdravstvenih ljudskih resursa.

3.3.4. Simulacijski modeli

Razvijeno je nekoliko metoda od broja osoblja do stanovništva, korištenja i ekonometrijskih metoda u matematičke sisteme koji se mogu koristiti za simulaciju ponude i potražnje HHR-a. S druge strane, općenito se ne smatraju standardnim simulacijskim modelima. Iako su metode poput proizvodnih funkcija, linearnog programiranja i Markovljevih lanaca privlačne zbog činjenice da se rezultirajući modeli mogu analitički riješiti, korištenje ovih metoda često zahtijeva značajnu količinu pojednostavljenja problema kako bi se prikazao u traženom obliku (Deane i Yett, 1979). Metoda simulacije znatno je prilagodljivija od drugih pristupa jer može prikazati razvoj sistema u stvarnom svijetu tokom vremena. Taj se prikaz postiže korištenjem matematičkih ili logičkih odnosa između objekata i distribucija vjerovatnoće. Nekoliko različitih hipoteza koje se tiču parametara modela testiraju se ponovljenim pokretanjem modela kako bi se dobila procjena kako bi sistem kao cjelina odgovorio na svaki od različitih uslova (Trivedi *et al.*, 1987). Simulacije se često koriste za istraživanje scenarija "šta ako", sposobnost koja je ključna za planiranje sistema zdravstvene zaštite. Simulacije, uprkos činjenici da su manje komplikovane za korištenje od analitičkih

metoda i zahtijevaju manji broj pojednostavljenih pretpostavki, mogu biti skupe za primjenu u praksi zbog zahtjeva za detaljnim podacima (Denton i Yett, 1995).

Deterministička analiza osjetljivosti i stohastička simulacija dvije su metode koje se često koriste u svrhu procjene stepena nesigurnosti u zdravstvenim projekcijama (Song i Rathwell, 1994). Između 1990. i 2010. Song i Rathwell razvili su simulacijski model za procjenu rastuće kineske potražnje za bolničkim krevetima i medicinskim radnicima. Uz pomoć simulacijskog modela izvršeno je poređenje determinističke analize osjetljivosti i stohastičke simulacije kao metoda za procjenu stepena nesigurnosti u zdravstvenim projekcijama. Simulacijski model sastojao se od tri podmodela, odnosno projekcije stanovništva, procjene potražnje za medicinskim uslugama i procjene produktivnosti zdravstvenih resursa. Rezultati modela uključivali su broj bolničkih kreveta i potreban broj liječnika u doglednoj budućnosti. Došli su do tri procjene, koje su uključivale minimalnu i najveću moguću vrijednost, kao i vrijednost koja bi se najvjerojatnije dogodila. Prema rezultatima koje su dobili, deterministička analiza osjetljivosti bila je inferiorna u odnosu na metodu stohastičke simulacije u smislu svoje sposobnosti efikasne upotrebe informacija, proizvodnje razumnijih prosječnih procjena i pružanja smislenijeg raspona projekcija.

Collart i Haurie (1980), te Duraiswamy i saradnici (1981), predstavljaju samo dva primjera od mnogih istraživača koji su uspješno koristili simulaciju kako bi riješili složene probleme vezane uz raspored osoblja na nivou zdravstvenih jedinica. Njihovi pristupi su relevantni primjeri kako se mikronivoi metodologije mogu proširiti kako bi se bolje razumijela situacija na makronivou, odnosno na nivou cijelog zdravstvenog sistema. Važno je naglasiti da metodologije koje su Collart i Haurie, te Duraiswamy i saradnici razvili za mikronivoima istraživanja imaju šire implikacije na makronivoima. Iako se fokusiraju na konkretne jedinice ili aspekte zdravstvenih ljudskih resursa, njihovi rezultati i modeli mogu pridonijeti boljem razumijevanju i donošenju odluka na širem nivou. Da bismo efikasno upravljali zdravstvenim ljudskim resursima i odgovorili na glavna pitanja koja definišu stvarne zahtjeve, neophodno je imati sposobnost simuliranja i procjene uticaja različitih scenarija upravljanja. Simulacija omogućava istraživačima, kreatorima politika i donosiocima odluka da analiziraju potencijalne posljedice različitih strategija i pristupa pri upravljanju osobljem. Kada je riječ o različitim aspektima upravljanja, poput supstitucije među profesionalcima ili u sklopu određenih struka, te pitanjima kao što je geografska raspodjela zdravstvenog osoblja, simulacija se često pokazuje kao izuzetno koristan alat. Ona omogućava modeliranje složenih dinamika i uticaja različitih varijabli, te pruža kvantitativne podatke koji pomažu boljem razumijevanju situacije i donošenju informisanih odluka. Sveukupno, metode mikronivoa, kao što je simulacija, imaju značajan doprinos u razumijevanju, predviđanju i upravljanju zdravstvenim ljudskim resursima na svim nivoima, od konkretnih jedinica do šireg zdravstvenog sistema.

3.4. Poređenje pristupa predviđanju

Oni pojedinci koji su uključeni u proces predviđanja zahtjeva za njegu mogu otkriti da je zadublivanje u zbirku uporednih istraživanja najčešćih metodologija predviđanja zanimljivo i informativno. Birch i saradnici proveli su važnu studiju koja je uključivala detaljnu analizu različitih konceptualnih pristupa koji se koriste u modeliranju ljudskih zdravstvenih resursa (HHR) unutar industrije sestinstva. Ova je studija značajna jer je uključivala takvu analizu. Ovo istraživanje se sprovelo 1994. godine i fokusiralo se na korištenju administrativnih podataka prikupljenih iz provincije Ontario u Kanadi. Osnov istraživanja činili su različiti izvori podataka, a podaci iz matične knjige medicinskih sestara za 1987. godinu jedan su od najistaknutijih izvora. Osim toga, istraživači su prikupili uvide iz sveobuhvatnih podataka koje je pružio Informativni sistem upravljanja (MIS), kao i uvide koji su prikupljeni iz Ontario Case Costing baze podataka u slučajevima kada su istraživači imali pristup detaljnim informacijama. Podaci koje su pružile organizacije poslužili su kao još jedan vrijedan resurs koji je iskorišten. Tokom studije formulisane su i evaluirane procjene koje pokrivaju širok raspon mogućih ishoda. Ove hipotetske situacije su mukotrpno osmišljene kako bi se uzela u obzir nijansirana ravnoteža raspodjele bruto proizvoda (BNP) koja se nalazi unutar ekspanzivnog područja zdravstvene industrije. Iscrpna analiza ovih scenarija nastala je kao rezultat zajedničkih napora istraživača. Ova je analiza otkrila složenu interakciju između ekonomskih faktora i zahtjeva za medicinskom negom. Birch i saradnici dali su doprinos u procesu predviđanja potrebe za medicinskom negom otkrivajući značaj njihovog istraživanja. Njihova mukotrpa usporedba različitih konceptualnih okvira, ne samo da razjašnjava postavljenje probleme istraživanja, već također otkriva mapu puta za poboljšanje prediktivnih metodologija. Njihovo istraživanje, koje je empirijski zasnovano na administrativnim podacima iz Ontarija, ponudilo je važne uvide učesnicima koji rade u zdravstvenoj administraciji, formulisanju politike i akademskom istraživanju. Ovo istraživanje također poziva na dalja istraživanja u dinamičnom području predviđanja zdravstvene snage. Oni koji se bore s izazovom projiciranja potreba za negom mogu se osvrnuti na istraživanje Bircha i saradnika provedeno 1994. kao svjetlo vodilja za njihovo znanje.

Rezultati ovog istraživanja iznijeli su na vidjelo značajan nesrazmjer u procijenjenom broju potrebnih medicinskih sestara zavisno od određenog konceptualnog modela koji je primijenjen, posebno o pristupu koji se zasniva na potrebama, korištenju ili efikasnoj potražnji. Taj je nesrazmjer izašao na vidjelo rezultatima istraživanja. Rezultati su bili prilično različiti, što naglašava komplikovanu prirodu procesa predviđanja. Do 2010. godine model zasnovan na korištenju proizveo je projekcije koje sugerišu potražnju za otprilike 112.000 medicinskih sestara, dok je model zasnovan na potražnji ukazivao na umjereniju potrebu od 70.808 medicinskih sestara. Istraživači su rasvijetlili značajnu količinu varijacija koje postoje u procjeni budućih resursa izvođenjem detaljne analize osjetljivosti u nizu različitih scenarija.

4. EMPIRIJSKO ISTRAŽIVANJE

4.1. Deskriptivna analiza

U Federaciji Bosne i Hercegovine, prosječan broj ljekara u periodu koji smo pratili iznosi 4.716, dok je za medicinske sestre/tehničare taj broj 12.878 za period od 2008. do 2022. godine. Broj stanovnika u praćenom periodu u prosjeku je iznosio 2.265.392, a izdvaja oko 9.28% BDP-a za zdravstvo. Javno zdravstvo bilježi prosječne godišnje izdatke od 1.249.883, od čega se gotovo polovica troši na bolničku skrb (prosječno 627.863). Izvanbolnička skrb, s prosječnim godišnjim izdacima od 622.020, također ima značajan udio u ukupnim troškovima zdravstva. U oblasti obrazovanja, prosječan broj upisanih studenata medicinskih fakulteta iznosi 586, dok diplomira njih 321 godišnje. Detaljan prikaz zdravstvenih pokazatelja u FBiH za period od 2008. do 2022. godine dat je u Tabeli 1.

Tabela 1 Zdravstveni pokazatelji u FBiH za period od 2008. do 2022. godine.

	Prosjek	SD	Raspon	Min	Max
Ljekari	4.716	408	1.270	4.117	5.387
Medicinske sestre/tehničari	12.878	725	2.231	12.010	14.241
Broj stanovnika	2.265.392	77.570	181.431	2.156.846	2338.277
Izdavanje za zdravstvo (%BDP)	9,28	0,30	0,95	8,9	9,8
Izdaci za javno zdravstvo	1.249.883	174.325	479.724	1.088.235	1.567.959
Izdaci za bolničku skrb	627.863	209.895	593.791	494.039	1.087.830
Izdaci za izvanbolničku skrb	622.020	80.325	265.747	480.129	745.876
Upisani studenti medicine	586	77	329	441	770
Diplomirani studenti	321	78	288	187	475

Izvor podataka: Zavod za javno zdravstvo FBiH, Federalno ministarstvo za obrazovanje i nauku.

Analiza korelacija pokazuje značajne statističke veze među različitim varijablama. Postoje statistički značajna i pozitivna korelacije između godina, broja ljekara i medicinskih sestara/tehničara u Federaciji, te između BDP-a i izdataka za javno zdravstvo. Također, postoji snažna negativna korelacija između broja stanovnika i godina, dok su izdaci za bolničku skrb i diplomirani studenti medicinskih fakulteta visoko povezani. Važno je napomenuti da su sve značajne korelacije potvrđene na nivou od 0,01 (Tabela 2.).

Tabela 2 daje pregled korelacije ispitivanih varijabli. Cilj ove analize je utvrditi da li postoji povezanost između zavisnih i nezavisnih varijabli. Predviđene vrijednosti (Y-varijable) bile su procijenjeni broj doktora i medicinskih sestara/tehničara. Analiza je usmjerena na ukupan broj doktora (Y1: doktori opće prakse i specijalisti) i medicinskih sestara/tehničara (Y2: opći, pedijatrijski i sestra/tehničari sa srednjom i visokom stručnom spremom) zaposlenih u javnom zdravstvu Bosne i Hercegovine od 2008. do 2022. godine i njihov prognozirani broj do 2050. godine. Analiza koeficijenta korelacije pokazuje da postoji statistički pozitivna signifikantna korelacija (povezanost) između broja ljekara i medicinskih tehničara i godina, ukazujući na potencijalnu vezu između protoka vremena i promjena broja ljekara i medicinskih tehničara. Međutim, važno je napomenuti da korelacija ne znači nužno i kauzalnost. Pozitivna korelacija ukazuje da se broj ljekara i medicinskih tehničara povećava s godinama, ali to ne znači da su godine direktni uzrok ovog povećanja. Mogući uzroci ovog trenda mogu uključivati različite faktore, poput poboljšanja obrazovnih kapaciteta, povećanih investicija u zdravstveni sektor, promjena u zdravstvenim politikama, te općenitog rasta populacije i BDP-a.

Tabela 2 Korelacija ispitivanih varijabli

	Godina	Ljekari	Medicinski tehničari	Broj stanovnika	BDP	Izdaci za javno zdravstvo
Godina	1,000	0,857**	0,718**	-0,811**	0,586*	-0,088
Ljekari	0,857**	1,000	0,868**	-0,629*	0,564*	0,187
Medicinske tehničari	0,718**	0,868**	1,000	-0,400	0,414	0,478
Broj stanovnika	-0,811**	-0,629*	-0,400	1,000	-0,696**	0,110
BDP	0,586*	0,564*	0,414	-0,696**	1,000	0,000
Izdaci za javno zdravstvo	-0,088	0,187	0,478	0,110	0,000	1,000**
** p <0,01						
* p <0,05						

Izvor: autorski rad

Metoda korištena za izradu procjena potražnje radne snage doktora i medicinskih sestara/tehničara u Federaciji Bosne i Hercegovine je pristup multivarijantnog autoregresivnog integrisanog pomičnog prosjeka (ARIMA). Na osnovu analize autokorelacije i djelomične autokorelacije plotova, identifikuju se određeni obrasci u

vremenskim zavisnostima za broj ljekara i medicinskih sestara/tehničara u FBiH (Prilozi 1. i 2.). Lagovi predstavljaju vremenske odmake između uzastopnih opservacija u vremenskoj seriji, npr. lag 1 označava odmak od jednog vremenskog perioda (npr. jedne godine), lag 2 označava odmak od dva vremenska perioda, i tako dalje. Lagovi se koriste zbog analize autokorelacije, odnosno za ispitivanje povezanosti između vrijednosti vremenske serije i njenih prethodnih vrijednosti u različitim vremenskim odmacima. Autokorelacije na lagovima 1, 2, i 3 su statistički značajne, kada se posmatraju ljekari u FBiH. Djelomične autokorelacije na lagovima 1, 2, 3, 5, 6, i 11 su također statistički značajne. Također kada se posmatraju medicinske setere autokorelacije na lagovima 1, 2, i 3 su statistički značajne. Djelomične autokorelacije na lagovima 1, 2, 5, 7, 8, 10, 11, i 12 su također značajne (Tabela 3.). Na osnovu ovih rezultata, razmotreni su modeli koji uključuju AR (autoregresivne) komponente na navedenim značajnim lagovima. Pored toga, s obzirom na to da se radi o vremenskom nizu, modeli koji uključuju i MA (prosječne) komponente ili kombinaciju ARIMA modela (AR + I + MA) mogu biti razmatrani. Razmotren je model ARIMA (2, 1, 1).

Tabela 3 Sažetak parametara ARIMA modela i statistike prilagođavanja za model 1 i 2

Model	Stat. R ²	R ²	AR Lag 1	AR Lag 2	MA Lag 1
1	0,281	0,688	1,067	-0,464	1
2	0,31	0,754	0,272	-0,044	0,985
Stat. R2: Stacionarni R-kvadrat					
R2: R-kvadrat					
AR Lag 1: Autoregresivni lag 1					
AR Lag 2: Autoregresivni lag 2					
MA Lag 1: Pokretni prosječni lag 1					

Izvor: autorski rad

U tabeli 3. se nalazi sažeti pregled koliko dobro svaki model odgovara podacima (vrijednosti R²) i važnost vremenskih ovisnosti unutar podataka koje su zabilježili parametri AR i MA. Stacionarni R² pokazuje koliki je dio varijance u diferenciranom nizu objašnjen modelima, što je posebno korisno za razumijevanje učinkovitosti ARIMA koraka diferenciranja.

Model ARIMA (2,1,1) je korišten za prognozu broja ljekara u Federaciji Bosne i Hercegovine. Ovaj model kombinira autoregresivne (AR) komponente, integraciju (I), i pokretni prosjek (MA) kako bi precizno opisao i predvidio vremenske serije podataka.

ARIMA model se može formalno zapisati kao:

$$(1-\phi_1L-\phi_2L^2)(1-L)Y_t=(1+\theta_1L)\epsilon_t$$

gdje je:

- Y_t je promjenjiva koju predviđamo (broj ljekara)
- ϕ_1 i ϕ_2 su koeficijenti autoregresivnih komponenata (AR)
- θ_1 je koeficijent komponente pokretnog prosjeka (MA)

- L je operator pomaka (lag)
- ϵ_t su greške modela

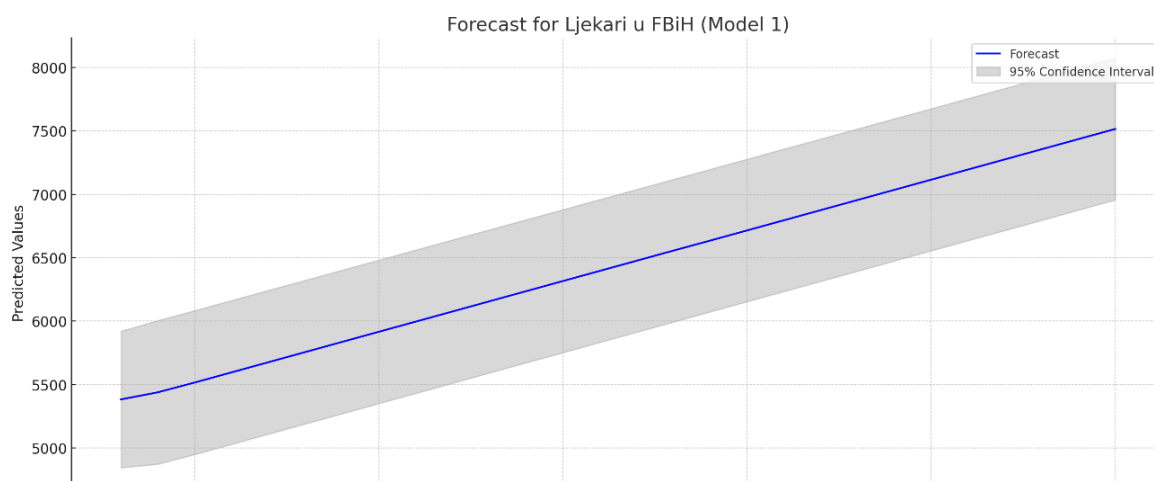
Model ARIMA (2,1,1) za broj ljekara u FBiH ima sljedeće parametre:

- AR Lag 1 (ϕ_1): 0.272
- AR Lag 2 (ϕ_2): -0.044
- MA Lag 1 (θ_1): 0.985

Za prognozu broja ljekara u Federaciji Bosne i Hercegovine koristimo ARIMA (2,1,1) model. Stacionarni R-kvadrat od 0,310 ukazuje na umjerenu preciznost modela u opisu varijacija u stacionarnom dijelu podataka. Ovo znači da model relativno dobro opisuje promjene u trendu i nekonkurentnost ljekarskog kadra na osnovu dostupnih podataka. R-kvadrat, s vrijednošću od 0,754, sugerira da se ovim modelom mogu relativno dobro objasniti varijacije u podacima. Visoka vrijednost R-kvadrata ukazuje na to da model ima sposobnost adekvatnog hvatanja suštine promjena u broju ljekara kroz vremenski period. Root Mean Square Error (RMSE) od 294.719 predstavlja mjeru udaljenosti između stvarnih i prognoziranih vrijednosti. Ova vrijednost ukazuje na to da model precizno prognozira, ali s umjerenom greškom, što može biti očekivano u stvarnim uslovima gdje se broj ljekara može mijenjati iz različitih razloga. Mean Absolute Percentage Error (MAPE) od 2,117% ukazuje na nisku prosječnu grešku u procjenama, što znači da su prognoze modela vrlo precizne u odnosu na stvarne vrijednosti (Hyndman & Athanasopoulos, 2018). Maksimalni apsolutni postotak pogreške (MaxAPE) od 11,336% ukazuje na umjerenu preciznost modela. Ova vrijednost predstavlja najveću apsolutnu grešku u postotku između stvarnih i prognoziranih vrijednosti, što može biti od važnosti pri analizi ekstremnih slučajeva (Razali & Wah, 2011), što je detaljno prikazano u Prilogu 3. Što se tiče ARIMA parametara, autoregresivni (AR) Lag 1 ima vrijednost od 0,272, što znači da prethodna godina ima umjeren uticaj na trenutnu godinu. AR Lag 2 je -0.044, sugerisući da predprethodna godina ima slab uticaj na trenutnu godinu. Pokretni prosjek (MA) Lag 1 ima vrijednost od 0.985, što ukazuje na snažan uticaj prethodne greške na trenutnu godinu (Tabela 3.).

Za prognozu broja ljekara u Federaciji Bosne i Hercegovine korišten je ARIMA (2.1.1) model. Ovaj model je odabran nakon pažljive analize podataka i testiranja više različitih modela. ARIMA model (Autoregressive Integrated Moving Average) je popularna metoda za analizu vremenskih serija koja kombinira tri komponente: autoregresivni dio (AR), integrirani dio (I) i pomični prosjek (MA).

Grafikon 1 Predviđeni broj ljekara u FBiH do 2050. godine. Izvor: autorski rad



Na kraju, model 1 pruža dobru osnovu za prognoziranje broja ljekara u FBiH do 2050. godine, uzimajući u obzir navedene parametre i statističke pokazatelje koji ukazuju na umjereno dobru prilagodbu modela stvarnim podacima (Grafikon 1.)

Tabela 4 Projekcija broja ljekara u Federaciji Bosne i Hercegovine (FBiH) s intervalom pouzdanosti (CI)

Godina	Broj ljekara u FBiH (CI)
2030	5.916 (5.351 – 6.481)
2040	6.795 (6.314 – 7.436)
2050	7.515 (6.956 – 8.074)

Izvor: autorski rad

Model za prognozu broja medicinskih sestara/tehničara u Federaciji Bosne i Hercegovine se zasniva na ARIMA (2,1,1) modelu. Ovaj model kombinira autoregresivne (AR) komponente, integraciju (I), i pokretni prosjek (MA) kako bi precizno opisao i predvidio vremenske serije podataka. Formula ovog ARIMA (2,1,1) modela je sljedeća:

$(1-\phi_1B-\phi_2B^2)(1-B)Y_t=(1+\theta_1B)\epsilon_t$, gdje je:

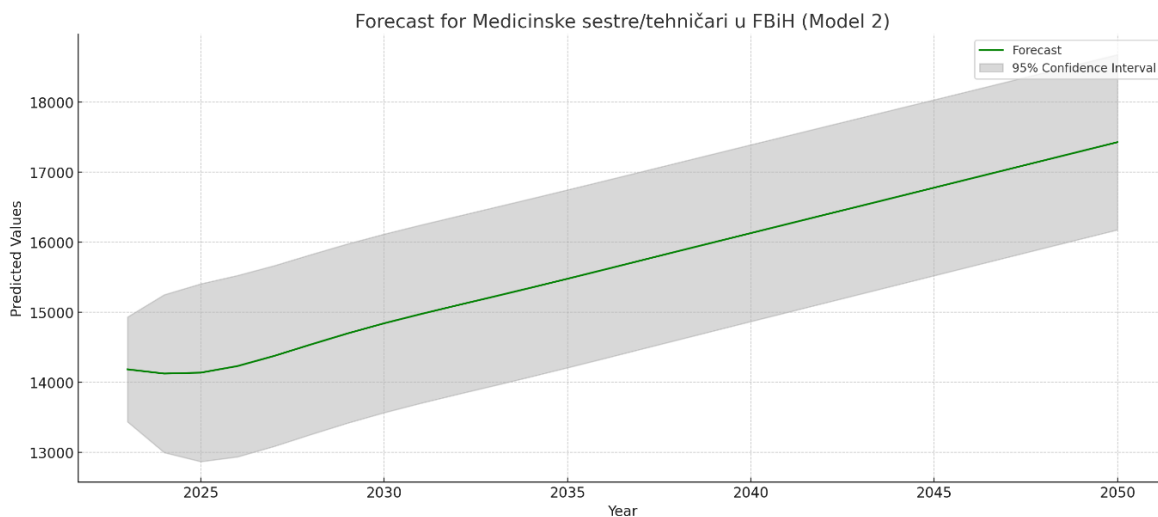
- Y_t je predstavlja broj medicinskih sestara/tehničara u trenutku.
- B je operator za pomicanje (lag operator), tj. $BY_t=Y_{t-1}$ i $B^2Y_t=Y_{t-2}$.
- ϕ_1 i ϕ_2 su koeficijenti autoregresivnog dijela (AR) modela.
- θ_1 je koeficijent pomičnog prosjeka (MA) modela.
- ϵ_t je greška modela u trenutku.

Stacionarni R-kvadrat vrijednosti od 0,281 ukazuje na umjerenu preciznost modela u opisu varijacija u stacionarnom dijelu podataka. Ova mjera pruža uvid u sposobnost modela da

identifikuje i objasni promjene u trendu medicinskih sestara/tehničara kroz vrijeme. R-kvadrat, s vrijednošću od 0.688, sugerira relativno dobar fit modela. Ova statistika pokazuje koliko dobro model objašnjava varijacije u podacima medicinskih sestara/tehničara, što može biti korisno u razumijevanju dinamike ovog kadra u FBiH. Root Mean Square Error (RMSE) od 294.719 označava umjerenu preciznost modela u prognozi. Vrijednost RMSE ukazuje na umjerenu grešku u odnosu na stvarne vrijednosti, što je često prihvatljivo u realnim uslovima. Mean Absolute Percentage Error (MAPE) od 2.117% ukazuje na nisku prosječnu grešku u procjenama. Ova niska vrijednost MAPE ukazuje na precizne prognoze u odnosu na stvarne vrijednosti medicinskih sestara/tehničara. Maksimalni apsolutni postotak pogreške (MaxAPE) od 11.336% sugerira umjerenu preciznost modela. Ova vrijednost predstavlja najveću apsolutnu grešku u postotku između stvarnih i prognoziranih vrijednosti, što može biti važno kod analize ekstremnih slučajeva (Prilog 3.). Analizom ARIMA parametara, primjećujemo da AR Lag 1 ima snažan uticaj prethodne godine na trenutnu godinu, s vrijednošću od 1.067. AR Lag 2 pokazuje slab uticaj predprethodne godine na trenutnu godinu, s vrijednošću od -0.464. Pokretni prosjek (MA) Lag 1 ima jak uticaj prethodne greške na trenutnu godinu, s vrijednošću od 1.000 (Tabela 3.).

Za prognozu broja medicinskih sestara/tehničara u Federaciji Bosne i Hercegovine korišten je ARIMA (2,1,1) model. Ovaj model je odabran nakon pažljive analize podataka i testiranja više različitih modela.

Grafikon 2 Predviđeni broj medicinskih sestara/tehničara u FBiH do 2050 godine.



Izvor: autorski rad

Sveukupno, ovaj model pruža dobar okvir za prognoziranje broja medicinskih sestara/tehničara u FBiH do 2050. godine, uzimajući u obzir navedene parametre i statističke pokazatelje koji sugeriraju umjereno dobru prilagodbu modela stvarnim podacima (Grafikon 2.). Međutim, modeli daju predviđanja do 2050. godine zajedno s intervalima pouzdanosti od 95% (LCL za donju granicu pouzdanosti i UCL za gornju granicu pouzdanosti),

odražavajući nesigurnost u predviđanjima. Intervali pouzdanosti se s vremenom proširuju, ukazujući na sve veću neizvjesnost u budućim prognozama.

Tabela 5 prikazuje projekcije broja medicinskih sestara/tehničara u Federaciji Bosne i Hercegovine (FBiH) za godine 2030., 2040. i 2050., uključujući intervale pouzdanosti (CI) za svaku projekciju. Projicirani broj za 2030. godinu medicinskih sestara/tehničara je 14,843, s intervalom pouzdanosti od 13.567 do 16.118. Interval pouzdanosti sugerira da se očekuje da će stvarni broj u 2030. godini vjerovatno biti unutar ovih granica, što ukazuje na umjerenu nesigurnost u projekciji. Projicirani broj 2040. godine raste na 17,300, sa širim intervalom pouzdanosti od 15,917 do 18,681. Povećanje širine intervala pouzdanosti ukazuje na veću nesigurnost u procjenama za ovu godinu u odnosu na 2030., što može biti posljedica daljeg temporalnog odmaka od početnih podataka ili manje pouzdanih trendova u dostupnim podacima. Broj medicinskih sestara/tehničara 2050. godine blago raste na 17.430, s intervalom pouzdanosti od 16.048 do 18.552. Iako je povećanje broja minimalno u odnosu na 2040. godinu, interval pouzdanosti ostaje relativno širok, što još uvijek implicira nesigurnost u dugoročne projekcije. Ove projekcije su važne za planiranje resursa u zdravstvenom sektoru FBiH, posebno za kadrovsko planiranje i osiguranje adekvatnog broja obučanih medicinskih sestara i tehničara kako bi se zadovoljile buduće potrebe. Intervali pouzdanosti pružaju korisnu sliku o mogućim varijacijama u projekcijama, omogućavajući donosiocima odluka da uzmu u obzir nesigurnost prilikom planiranja. Povećanje nesigurnosti s vremenom je uobičajeno u predviđanjima i naglašava potrebu za kontinuiranim praćenjem trendova i ažuriranjem modela kako bi se poboljšala preciznost projekcija.

Tabela 5 Projekcija broja medicinskih sestara/tehničara u Federaciji Bosne i Hercegovine (FBiH) s intervalom pouzdanosti (CI)

Godina	Broj medicinskih sestara/tehničara u FBiH (CI)
2030	14.843 (13.567 – 16.118)
2040	17.300 (15.917 – 18.681)
2050	17.430 (16.048 – 18.552)

Izvor: autorski rad

Model za procjenu broja diplomiranih studenata medicine, koristi ARIMA (4,1,1) strukturu. Stacionarni R-kvadrat od 0.513 ukazuje na umjerenu preciznost u opisu varijacija u stacionarnom dijelu podataka. R-squared od 0.451 sugerise da model relativno dobro objašnjava varijacije u podacima. RMSE (Root Mean Square Error) od 67.403 ukazuje na umjerenu preciznost u prognoziranju, dok niska vrijednost MAPE (Mean Absolute Percentage Error) od 8.799% sugerise preciznost prognoza u odnosu na stvarne vrijednosti. Dodatno, model ne koristi nikakve dodatne prediktore. Analiza modela ukazuje na

fluktuacije u broju diplomiranih studenata, s očekivanim rastom tokom narednih godina. Intervali povjerenja (UCL i LCL) pružaju sliku nesigurnosti u prognozama (Tabela 6.).

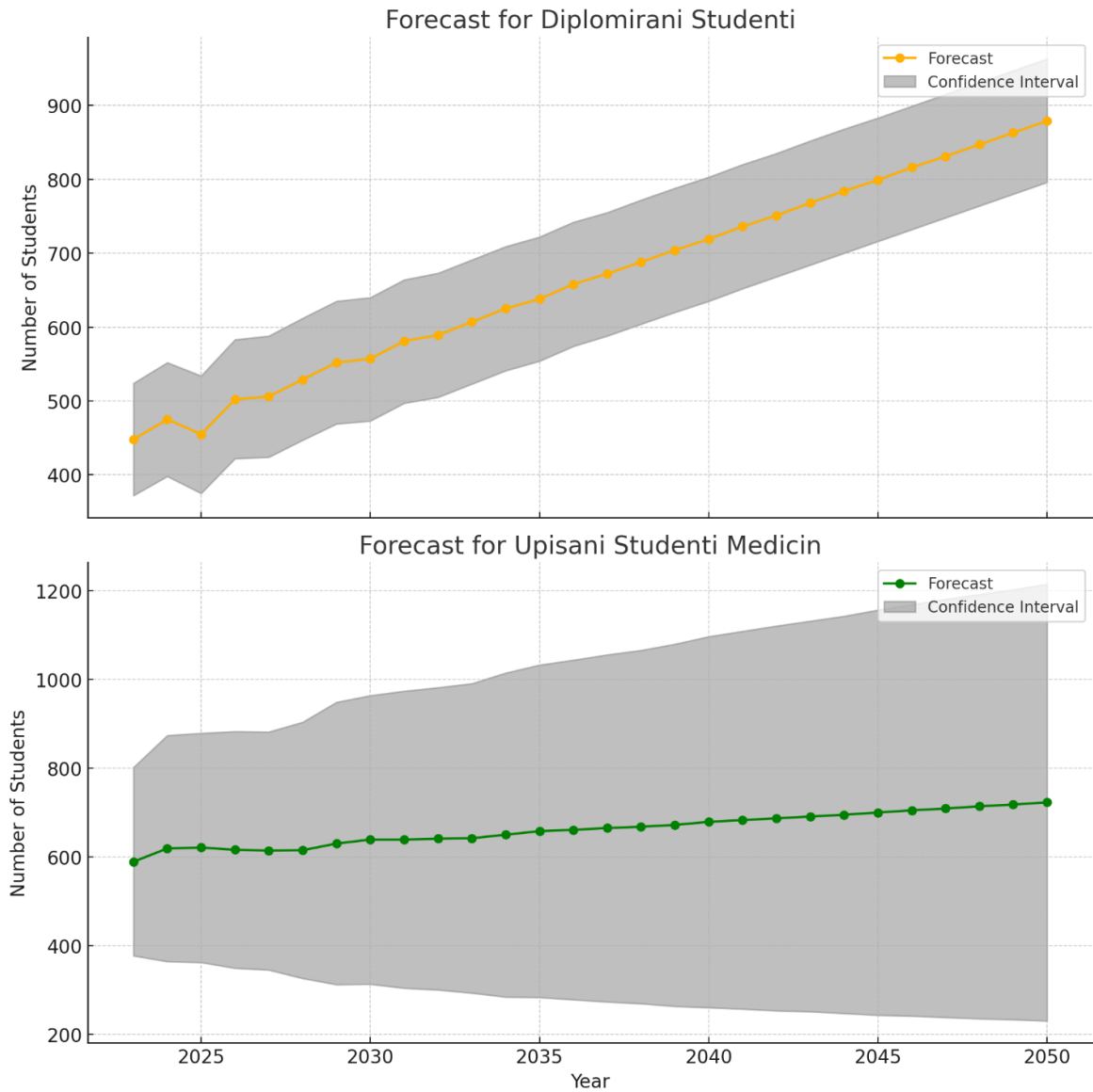
Tabela 6 Sažetak parametara ARIMA modela i statistike prilagođavanja za model 3 i 4

Model	(Stat. R ²)	R ²	AR Lag 1	AR Lag 2	MA Lag 1
3	0,513	0,451	-0,263	0,154	0,983
4	0,368	0,565	-0,537	-0,647	-0,204
Stat. R2: Stacionarni R-kvadrat					
R2: R-kvadrat					
AR Lag 1: Autoregresivni lag 1					
AR Lag 2: Autoregresivni lag 2					
MA Lag 1: Pokretni prosječni lag 1					

Izvor: autorski rad

Model za procjenu upisanih studenata, također koristeći ARIMA (4,1,1) strukturu, analizira broj upisanih studenata medicine. Stacionarni R-kvadrat od 0.368 ukazuje na umjerenu preciznost u opisu varijacija u stacionarnom dijelu podataka, dok R-squared od 0.565 sugerije relativno dobar model fit. RMSE od 67.403 pokazuje umjerenu preciznost modela, a niska MAPE od 8.799% ukazuje na precizne prognoze. Analiza modela za upisane studente medicine također ukazuje na fluktuacije s očekivanim rastom (Prilog 4.). Model pruža dobar okvir za prognoziranje broja upisanih studenata medicine u FBiH do 2050. godine, uzimajući u obzir navedene parametre i statističke pokazatelje koji sugeriju umjereno dobru prilagodbu modela stvarnim podacima. Intervali povjerenja pružaju sliku nesigurnosti u prognozama, s tim da se intervali povjerenja šire s vremenom, što ukazuje na veću neizvjesnost u daljim prognozama (Grafikon 3.).

Grafikon 3 Predviđeni broj upisanih i diplomiranih studenata medicine u FBiH do 2050 godine.



Izvor: autorski rad

Za procjenu broja upisanih studenata medicine koristili smo ARIMA (4,1,1) model. Ovaj model je odabran zbog svoje sposobnosti da adekvatno modelira složene vremenske serije, uključujući sezonske varijacije i trendove.

Tabela 7 Prognozirani broj ljekara i medicinskih sestara/tehničara u FBiH do 2050. godine

Godina	Broj ljekara (CI)	Broj medicinskih sestara/tehničara (CI)
2030	5.916 (5.351 – 6.481)	14.843 (13.567 – 16.118)
2040	6.795 (6.314 – 7.436)	17.300 (15.917 – 18.681)

2050	7.515 (6.956 – 8.074)	17.430 (16.048 – 18.552)
------	-----------------------	--------------------------

Izvor: autorski rad

Analiza regresije otkriva značajne uvide u odnos između broja ljekara i ključnog prediktora, broj diplomiranih studenata medicine (prilog 5.). Analiza regresije kojom se istražuje odnos između broja diplomiranih studenata medicine i broja ljekara u Federaciji Bosne i Hercegovine (FBiH) otkriva značajne uvide. Model uključuje konstantni član, osiguravajući referentnu vrijednost za analizu. Ukupni model pokazuje statističku značajnost ($p < 0,05$), što implicira da barem jedan od prediktora ima nenulti koeficijent, odnosno da varijable uključene u model zajedno doprinose važnim informacijama za predviđanje broja ljekara. Koeficijent determinacije (R Square) iznosi 0,768, što znači da se otprilike 76,8% varijabilnosti u broju ljekara može objasniti uključenim varijablama - u ovom slučaju, brojem diplomiranih studenata. Prilagođeni R Square, koji uzima u obzir broj prediktora, ostaje visok na 0,750, što sugerira da čak i uz kompleksnost uvedenu dodatnim prediktorima, model ostaje snažan u objašnjavanju varijanse. Koeficijent povezan s brojem diplomiranih studenata iznosi 4,566, a njegova statistička značajnost (Sig. = 0,000) ukazuje na snažan odnos. Ovaj koeficijent predstavlja očekivanu promjenu u broju ljekara za svaki porast od jedinice u broju diplomiranih studenata. U praktičnom smislu, s porastom broja diplomiranih studenata predviđa se povećanje od 4,566 ljekara, uz zadržavanje ostalih varijabli konstantnim. Standardizirani koeficijent (Beta), na nivou od 0,877, ističe značajan uticaj diplomiranih studenata na broj ljekara. ANOVA tabela dodatno potvrđuje efikasnost modela. F-statistika od 43,100 uz nivo značajnosti od 0,000 ukazuje da je ukupni model statistički značajan. Eksplanatorna snaga modela, kako je naznačeno regresijskom sumom kvadrata, značajna je u usporedbi s ostatkom sume kvadrata.

Određene varijable, poput broja stanovnika, BDP-a i broja upisanih studenata medicine, isključene su iz modela. Ove isključenosti mogu proizaći iz problema multikolinearnosti ili nedostatka statistički značajnih doprinosa.

Tabela 8 Regresiona analiza

Varijabla	Coef (B)	Std. G	t	p
constant	3248.237	229.677	14.143	<0.001
Diplomirani studenti	4.566	0.695	6.565	<0.001

Izvor: autorski rad

Ova analiza regresije ne samo da potvrđuje statističku značajnost modela, već također baca svjetlo na uticajan položaj diplomiranih studenata u određivanju broja ljekara u FBiH. Ovi rezultati su instrumentalni za donosioce odluka i učesnike u zdravstvu i obrazovanju kako bi razumijeli i potencijalno uticali na dinamiku između medicinskog obrazovanja i dostupnosti zdravstvenih stručnjaka.

4.2. Istraživačka pitanja

Prvo istraživačko pitanje ovog rada bavi se predviđanjem potreba za medicinskim kadrom do 2050. godine u javnom zdravstvenom sektoru Federacije Bosne i Hercegovine. Analiza je sprovedena koristeći regresijske modele i ARIMA (AutoRegressive Integrated Moving Average) modele, koji su se pokazali kao efikasni alati za predviđanje vremenskih serija na osnovu historijskih podataka. Konkretno, istraživanje je obuhvatilo analizu podataka o zaposlenim doktorima i medicinskim sestrama/tehničarima od 2009. do 2023. godine, kako bi se izradila prognoza za buduće potrebe do 2050. godine. Ovi modeli su omogućili projekciju rasta i fluktuacija u broju zdravstvenih radnika, što je ključno za strateško planiranje i upravljanje resursima u zdravstvenom sektoru.

Regresijski modeli korišteni u istraživanju omogućili su identifikaciju trenda rasta ili opadanja broja zdravstvenih radnika na osnovu različitih faktora kao što su broj stanovnika, bruto domaći proizvod (BDP), izdaci za zdravstvenu zaštitu, broj upisanih studenata medicine, te broj diplomiranih doktora i medicinskih sestara. ARIMA modeli su se pokazali posebno korisnim za analizu vremenskih serija jer omogućavaju razlaganje serije na komponente autoregresije, integracije i pomičnog prosjeka, čime se omogućava preciznija prognoza budućih trendova.

Rezultati istraživanja ukazuju na značajan uticaj broja diplomiranih studenata medicine na broj aktivnih ljekara, što sugeriše da povećanje obrazovnih kapaciteta može igrati ključnu ulogu u zadovoljenju budućih potreba za medicinskim kadrom. Istraživanje takođe pokazuje da su izdaci za bolničku i izvanbolničku skrb ključni faktori koji utiču na dostupnost zdravstvenih radnika, naglašavajući potrebu za optimizacijom finansijskih resursa kako bi se održala održivost zdravstvenog sistema.

Međutim, ARIMA modeli imaju svoja ograničenja. Iako su izuzetno korisni za identifikaciju i predviđanje trendova, oni ne pružaju direktne informacije o uticaju pojedinačnih varijabli. To znači da, iako možemo vidjeti da određeni faktori kao što su povećanje broja stanovnika ili rast BDP-a koreliraju sa povećanjem broja zdravstvenih radnika, ARIMA modeli ne omogućavaju jasnu identifikaciju uzročnih veza. Zbog toga je preporučljivo koristiti kombinaciju ARIMA modela sa drugim metodološkim pristupima, kao što su panel analiza ili simulacijski modeli, koji mogu pružiti dublji uvid u međuzavisnosti između varijabli.

Demografske promjene, kao što su starenje stanovništva, imaju značajan uticaj na potražnju za zdravstvenim uslugama, što dodatno povećava potrebu za tačnim prognozama i strateškim planiranjem. Očekivano povećanje starijeg stanovništva može dovesti do veće potražnje za specijalizovanim medicinskim kadrom, uključujući gerijatre, specijaliste za hronične bolesti i druge zdravstvene radnike specijalizovane za stariju populaciju. Također, migracioni trendovi mogu uticati na dostupnost zdravstvenih radnika, bilo kroz odlazak stručnjaka iz zemlje ili kroz priliv stranih stručnjaka, što zahtjeva dodatno razmatranje u planiranju resursa.

Također, važno je da obrazovni sistemi budu fleksibilni i prilagodljivi kako bi mogli da odgovore na promjene u potražnji za određenim vrstama zdravstvenih radnika. Povećanje kapaciteta za obrazovanje medicinskih kadrova, kao i unapređenje kvaliteta obrazovanja, može značajno doprinijeti ispunjavanju budućih potreba. Uz to, efikasno upravljanje resursima, uključujući finansijske resurse, ključno je za održavanje stabilnog i funkcionalnog zdravstvenog sistema. Ovo istraživanje ističe važnost kontinuiranog praćenja tržišta rada i demografskih trendova kako bi se prilagodile strategije obuke i zapošljavanja. To uključuje ne samo predviđanje potreba, već i proaktivno prilagođavanje politika zapošljavanja i obrazovanja kako bi se osiguralo da zdravstveni sektor može adekvatno odgovoriti na buduće izazove.

ARIMA modeli pružaju snažan alat za predviđanje potreba za zdravstvenim kadrom, njihova ograničenja u razumijevanju uzročnosti naglašavaju potrebu za komplementarnim istraživačkim metodama. Također, fokus na obrazovne kapacitete i strateško planiranje je neophodan za održavanje efikasnog zdravstvenog sistema koji može odgovoriti na promjene u demografskoj strukturi i ekonomskim uslovima.

Drugo istraživačko pitanje ovog rada fokusiralo se na analizu uticaja različitih predviđenih varijabli na potrebe za zdravstvenim kadrom, s posebnim naglaskom na broj diplomiranih studenata medicine. Korištenjem regresione analize, istraživanje je otkrilo značajan pozitivan uticaj broja diplomiranih studenata medicine na broj ljekara zaposlenih u zdravstvenom sektoru Federacije Bosne i Hercegovine. Konkretno, koeficijent od 4.566 u regresionom modelu ukazuje na to da se očekuje porast od 4.566 ljekara za svaki dodatni diplomirani student medicine, pod uslovom da ostale varijable ostanu konstantne. Ovaj rezultat je statistički značajan, s p-vrijednošću od 0.000, što potvrđuje pouzdanost rezultata.

Ovi rezultati imaju značajne implikacije za planiranje radne snage u zdravstvu, posebno u kontekstu potrebe za povećanjem broja ljekara kako bi se adekvatno odgovorilo na rastuće zdravstvene potrebe stanovništva. S obzirom na to da je broj ljekara direktno povezan s brojem diplomiranih studenata medicine, povećanje obrazovnih kapaciteta za medicinske studije moglo bi biti ključno za rješavanje deficita ljekarskog kadra u budućnosti. Ovaj nalaz sugerise da strategije usmjerene na povećanje broja upisanih studenata i diplomiranih ljekara mogu igrati ključnu ulogu u zadovoljavanju budućih potreba za zdravstvenim uslugama.

Pored povećanja obrazovnih kapaciteta, važnost ovog nalaza ogleda se i u potrebi za dugoročnim planiranjem i ulaganjima u obrazovni sektor. Ovo uključuje ne samo povećanje broja upisanih studenata, već i poboljšanje kvaliteta obrazovanja kako bi se osiguralo da novi diplomirani ljekari posjeduju potrebne vještine i kompetencije za rad u različitim oblastima medicine. Također, treba razmotriti faktore kao što su migracioni trendovi i zadržavanje ljekara u zemlji, jer oni mogu značajno uticati na dostupnost medicinskog kadra u lokalnom zdravstvenom sistemu.

Analiza naglašava potrebu za širim sistemskim pristupom koji obuhvata saradnju između obrazovnih institucija, zdravstvenih ustanova i državnih organa. Takva saradnja može

osigurati da obrazovni programi budu usklađeni sa stvarnim potrebama zdravstvenog sektora, čime se smanjuje rizik od nesklada između broja diplomiranih ljekara i stvarnih potreba na tržištu rada. Na primjer, planiranje specijalizacija može biti prilagođeno specifičnim potrebama različitih regija, čime se poboljšava dostupnost specijalizovanih zdravstvenih usluga u cijeloj zemlji. Rezultati ovog istraživanja pružaju solidnu osnovu za buduće politike i strategije usmjerene na održavanje adekvatnog broja ljekara u zdravstvenom sistemu. S obzirom na važnost ljekara u obezbjeđivanju zdravstvenih usluga, povećanje broja diplomiranih studenata medicine treba biti visoko na agendi donosilaca odluka, posebno u svjetlu rastućih potreba za zdravstvenom njegom u starijoj populaciji i povećanog pritiska na zdravstvene sisteme.

4.3. Diskusija rezultata

Ovo istraživanje o predviđanju potražnje za radnom snagom u zdravstvenom sektoru Federacije Bosne i Hercegovine koristi napredne metodologije, uključujući ARIMA modele, za analizu i prognozu broja ljekara i medicinskih sestara/tehničara do 2050. godine. ARIMA modeli su dobro poznati alat za analizu vremenskih serija i omogućavaju pouzdano predviđanje budućih trendova na osnovu historijskih podataka. U kontekstu ovog istraživanja, ARIMA modeli omogućavaju razumijevanje kako će se broj zdravstvenih radnika mijenjati u narednim decenijama, uzimajući u obzir različite faktore kao što su demografske promijene, ekonomski uslovi i obrazovni kapaciteti. Metodologija korištena u ovom istraživanju može se povezati sa širokim spektrom studija koje koriste slične pristupe za unapređenje predviđanja u zdravstvenom sektoru. Na primjer, mnoge zemlje koriste ARIMA modele za planiranje radne snage u zdravstvu, posebno u kontekstu predviđanja potreba za određenim specijalnostima ili u regijama sa specifičnim demografskim karakteristikama. Ove studije često uključuju analizu uticaja obrazovnih politika na dostupnost medicinskog kadra, efekat migracije zdravstvenih radnika, kao i uticaj promjena u zdravstvenim politikama na potražnju za zdravstvenim uslugama.

Prednosti korištenja ARIMA modela u predviđanju zdravstvene radne snage leže u njihovoj sposobnosti da uzmu u obzir sezonske i ciklične obrasce u podacima, kao i da modeliraju složene dinamike koje se ne mogu lako uhvatiti jednostavnijim modelima. Ovi modeli omogućavaju precizne prognoze koje su ključne za dugoročno planiranje i optimizaciju resursa u zdravstvenom sektoru. Na primjer, predviđanje rasta starije populacije može signalizirati potrebu za povećanjem broja gerijatrijskih stručnjaka ili specijalizovanih medicinskih sestara. Povezivanje ovog istraživanja sa sličnim studijama širom sveta također može pružiti korisne uvide za kreiranje politika i strateškog planiranja. U mnogim razvijenim zemljama, ARIMA modeli su korišteni za anticipaciju potreba u zdravstvu, uključujući potrebnu infrastrukturu, opremu i broj zdravstvenih radnika. Na primjer, predviđanja napravljena putem ARIMA modela mogu informisati o potrebama za dodatnim obukama ili rekvalifikacijom postojećih kadrova kako bi se osiguralo da zdravstveni sistemi ostanu spremni da odgovore na promijene u potražnji.

Također, ova metodologija može pomoći u identifikaciji potencijalnih problema i nedostataka u trenutnim obrazovnim programima i strategijama zapošljavanja. Na primer, ako predviđanja pokažu da će biti manjak specifičnih kadrova u budućnosti, obrazovne institucije mogu unaprijediti svoje programe kako bi obučile više stručnjaka u tim oblastima. Slično tome, vlade i zdravstvene organizacije mogu koristiti ove podatke za razvoj programa zadržavanja radne snage, nudeći dodatne beneficije ili poboljšane radne uslove kako bi smanjili odlazak stručnjaka u inostranstvo. Ovo istraživanje naglašava važnost kontinuiranog praćenja i prilagođavanja strategija u skladu sa promjenama u demografskoj strukturi, tehnologiji i zdravstvenim potrebama stanovništva. Uključivanje podataka o socijalnim i ekonomskim faktorima, kao što su migracije, stopa nataliteta, i ekonomski rast, dodatno može poboljšati tačnost predviđanja i pomoći u optimizaciji raspodjele resursa u zdravstvu. Na taj način, ARIMA modeli i slične metodologije ne samo da pomažu u trenutnom planiranju, već služe i kao osnov za dugoročne strategije u zdravstvenom sektoru, osiguravajući njegovu održivost i otpornost na buduće izazove.

Subramanian (2021) u svom radu ističe važnost tačnog predviđanja potražnje za zdravstvenim resursima kao ključnog faktora za poboljšanje dugoročnog planiranja i smanjenje rizika u zdravstvenom sektoru. Korištenje ARIMA modela za prognozu broja ljekara i medicinskih sestara odražava potrebu za preciznim modeliranjem kako bi se osigurala adekvatna alokacija resursa u budućnosti. Ovaj pristup je u skladu sa preporukama za unapređenje planiranja i predviđanja u zdravstvenom sektoru, koje naglašavaju potrebu za kombinovanjem kvantitativnih modela s detaljnom analizom tržišta rada i obrazovnih kapaciteta.

Slične studije, kao što su one od Liu i saradnici (2020) i Yamamoto i saradnici (2019), također koriste ARIMA modele za predviđanje potreba za zdravstvenim kadrom. Liu i saradnici analiziraju utjecaj demografskih promjena na potražnju za medicinskim radnicima u Kini, dok Yamamoto i saradnici istražuju potencijalne deficite u zdravstvenom kadru u Japanu s obzirom na starenje populacije. Oba rada ističu važnost tačnih predviđanja za razvoj efikasnih obrazovnih programa i politika zapošljavanja, što je ključno za održavanje kvaliteta zdravstvenih usluga.

Radovi poput onih koje su predstavili Roberts i saradnici (2018) i Gupta & Bhandari (2017) pružaju uvid u različite metodologije predviđanja, uključujući ne samo ARIMA modele, već i regresione analize, simulacione modele i scenarije zasnovane na panel podacima. Ove metode omogućavaju dubinsko razumijevanje kako ekonomski faktori, migracije i obrazovni kapaciteti utiču na ponudu i potražnju za zdravstvenim radnicima. Rad Subramaniana, kao i ostale navedene studije, naglašavaju značaj integrisanja naprednih statističkih modela kao što su ARIMA u strategije planiranja radne snage u zdravstvu. Ovo ne samo da pomaže u identifikaciji potencijalnih nedostataka u kadru, već i u prilagođavanju obrazovnih i strategija zapošljavanja kako bi se obezbijedio održiv i efikasan zdravstveni sistem.

Ceyda Zor i Ferhan Çebi (2018) koriste fuzzy grey metode za predviđanje potražnje u zdravstvenom sektoru, pri čemu je pokazano da TFGM (1, 1) model ima visoku tačnost u predviđanju. Ova metoda, koja kombinuje elemente fuzzy logike i grey teorije, omogućava detaljnu analizu nesigurnih i nepotpunih podataka, što je često slučaj u zdravstvenom sektoru. Njihova studija ukazuje na to da napredne metode poput TFGM (1, 1) modela mogu značajno smanjiti greške u prognozama, pružajući pouzdanije podatke za planiranje resursa i politike. Upotreba ARIMA modela također pokazuje visok nivo preciznosti, posebno kada se koristi za predviđanje vremenskih serija u kontekstu zdravstvenih radnika. ARIMA modeli su poznati po svojoj sposobnosti da precizno uhvate trendove i sezonske obrasce, što ih čini idealnim za dugoročno planiranje u zdravstvu. Kao i fuzzy grey metode, ARIMA modeli pomažu u minimiziranju grešaka u prognozama, što je ključno za pravovremeno i efikasno donošenje odluka u zdravstvenom sektoru.

Studija Zor i Çebi se uklapa u širi okvir istraživanja koja zagovaraju korištenje naprednih modela za tačnije predviđanje potreba u zdravstvenom sektoru. Slične metode, kao što su hibridni modeli koji kombinuju ARIMA sa drugim statističkim tehnikama, koriste se za optimizaciju resursa, planiranje obrazovnih kapaciteta i predviđanje migracionih tokova zdravstvenih radnika. Ove metode ne samo da poboljšavaju tačnost prognoza, već i omogućavaju dublje razumijevanje faktora koji utiču na potražnju za zdravstvenim uslugama. Kombinacija ARIMA modela i fuzzy grey metoda, kao što su pokazale studije, pruža kompaktan okvir za predviđanje u zdravstvenom sektoru. Ovi modeli omogućavaju donošenje informisanih odluka, smanjujući rizik od nedostatka kadrova i osiguravajući da zdravstvene ustanove mogu adekvatno odgovoriti na potrebe populacije. Stoga, implementacija ovih naprednih metoda može značajno doprinijeti poboljšanju efikasnosti i efektivnosti zdravstvenih sistema.

Stephen Birch (2019) u svom radu kritikuje tradicionalne modele potražnje u zdravstvenom sektoru, naglašavajući njihovu ograničenost u adresiranju stvarnih potreba sistema. On predlaže upotrebu integriranih modela zasnovanih na potrebama, koji se direktno odnose na ciljeve javno finansiranih zdravstvenih sistema. Ovi modeli uključuju širi spektar varijabli, uključujući demografske, epidemiološke i socioekonomske faktore, kako bi pružili precizniju sliku o potrebama za zdravstvenim resursima. Birchova studija također pokazuje značajnu korelaciju između broja diplomiranih studenata medicine i broja aktivnih ljekara u sistemu, ističući važnost integracije obrazovnih kapaciteta u modele predviđanja. On sugerše da tradicionalni modeli, koji se često oslanjaju samo na historijske podatke o zapošljavanju i demografiji, ne uspjevaju da obuhvate složenost i dinamiku zdravstvenih potreba. Umjesto toga, Birch zagovara pristup koji uzima u obzir stvarne potrebe stanovništva, posebno u kontekstu javno finansiranih zdravstvenih sistema gdje je efikasno korišćenje resursa od ključne važnosti.

Ovo istraživanje podržava potrebu za sofisticiranim modelima predviđanja koji mogu uključiti varijable kao što su kapaciteti obrazovnih institucija, stopa migracije zdravstvenih radnika i promjene u zdravstvenim politikama. Integrirani modeli, kao što Birch predlaže, omogućavaju bolje planiranje i raspodjelu resursa, što je ključno za održivost zdravstvenih

sistema, posebno u zemljama sa ograničenim resursima. Birchova kritika tradicionalnih modela i prijedlog za integraciju obrazovnih kapaciteta i drugih relevantnih faktora u prediktivne modele reflektuje potrebu za sveobuhvatnijim pristupom u planiranju zdravstvene radne snage. Ovaj pristup ne samo da može poboljšati tačnost predviđanja, već i osigurati da zdravstveni sistemi budu prilagodljivi i spremni da odgovore na buduće izazove i potrebe populacije. Korištenje takvih integrisanih modela može značajno doprinijeti unapređenju zdravstvenih usluga i efikasnosti zdravstvenih sistema na globalnom nivou.

5. ZAKLJUČAK

Korištenje modela predviđanja radne snage postaje sve važnije za identifikaciju razlika između trenutne i buduće radne snage, što je ključno za planiranje adekvatne obuke i angažovanja potrebnih kadrova. Ovi modeli pomažu organizacijama da predvide buduće potrebe i planiraju resurse, osiguravajući tako da imaju pravu količinu kvalifikovanih radnika u pravom trenutku. Različite perspektive planiranja, kao što su one zasnovane na ponudi, potražnji i potrebama, pružaju sveobuhvatan pristup rješavanju pitanja radne snage, svaki sa svojim specifičnim ciljevima i metodama analize. Perspektive zasnovane na ponudi fokusiraju se na dostupnost radnika u budućnosti, uzimajući u obzir faktore kao što su obrazovni kapaciteti, stope zapošljavanja, penzionisanje i migracije radne snage. Ovi modeli pomažu u procjeni koliko će radnika biti dostupno u određenom vremenskom periodu, omogućavajući planiranje zapošljavanja i obrazovanja. S druge strane, modeli zasnovani na potražnji analiziraju očekivanu potrebu za radnom snagom, uzimajući u obzir faktore kao što su ekonomski rast, tehnološki napredak i promjene u industriji. Ovi modeli pomažu u procjeni koliko će radnika biti potrebno da zadovolji potražnju na tržištu rada. Modeli zasnovani na potrebama, kao što su oni koje predlaže Stephen Birch, idu korak dalje integrisanjem šireg spektra varijabli, uključujući demografske, epidemiološke i socioekonomske faktore. Ovi modeli se posebno koriste u javno finansiranim zdravstvenim sistemima, gdje je cilj osigurati da resursi budu raspoređeni na način koji najbolje odgovara potrebama stanovništva. Birchova kritika tradicionalnih modela potražnje i njegova preporuka za korištenje integrisanih modela naglašavaju potrebu za holističkim pristupom u planiranju radne snage, posebno u sektorima gdje je efikasno korištenje resursa od ključne važnosti. Raznolikost faktora, zahtjevi za podacima i metodologije modeliranja dodatno komplikuju razvoj modela radne snage. Na primjer, modeli vremenskih serija, kao što su ARIMA modeli, omogućavaju analizu prošlih trendova i sezonskih obrazaca kako bi se predvidjeli budući događaji. Simulacione metode, poput dinamičke simulacije sistema, koriste se za modeliranje kompleksnih sistema gdje su interakcije među komponentama ključne. Ove metode omogućavaju istraživanje različitih scenarija i njihovog utjecaja na radnu snagu, što je posebno korisno u dinamičnim industrijama poput zdravstva i građevinske industrije. Proučavanje evolucije metoda modeliranja radne snage u različitim zemljama, kao što su Velika Britanija i Kanada, otkriva različite pristupe i nedostatke. Na primer, Edwards (1983) i Lomas i saradnici (1985) analizirali su britanske i kanadske

modele, naglašavajući potrebe za unapređenjem metodologija kako bi se bolje prilagodili promjenljivim uslovima na tržištu rada. Kritički pregledi istraživanja i pregledi literature ukazuju na to da, iako postoje mnogi napredni modeli, postoji potreba za daljim razvojem i prilagođavanjem modela kako bi se efikasno odgovaralo na izazove savremenih tržišta rada. Analitika radne snage, koja integriše unutrašnje i vanjske podatke, pruža organizacijama alate za precizno predviđanje buduće radne snage i analizu relevantnih faktora. Ovi modeli omogućavaju organizacijama da prepoznaju trendove, identifikuju potencijalne nedostatke ili viškove u radnoj snazi i razviju strategije za obuku i zapošljavanje. Metode poput simulacije dinamike sistema i modeliranja vremenskih serija nude raznolike perspektive, dok analiza osjetljivosti omogućava procjenu uticaja različitih faktora na predviđanja. Unapređenje modela radne snage zahtjeva sveobuhvatnu analizu postojećih metoda, prepoznavanje njihovih nedostataka i prilagođavanje novim zahtjevima savremenih tržišta rada. Kroz ovo istraživanje, može se postići bolje razumijevanje dinamike radne snage i olakšati donošenje odluka u planiranju ljudskih resursa. Ovo uključuje ne samo identifikaciju trenutnih potreba, već i dugoročno planiranje koje uzima u obzir demografske promjene, tehnološki napredak i ekonomske faktore koji oblikuju tržište rada. Na taj način, organizacije mogu osigurati da imaju pravu radnu snagu koja je sposobna da odgovori na izazove i prilike u budućnosti, čime se poboljšava ukupna efikasnost i konkurentnost.

Evidentno je da upravljanje zdravstvenim ljudskim resursima (HHR) predstavlja ključni faktor za unapređenje zdravstvene njege i ostvarivanje optimalnih ishoda za pacijente i zajednicu. Ovaj aspekt upravljanja postaje sve važniji u dinamičnom okruženju zdravstvene industrije, gdje su promjene brze i često nepredvidive. Razvoj strategija upravljanja ovim resursima postaje neophodan s obzirom na brze promjene u tehnologiji, demografiji pacijenata i zdravstvenim politikama. Na primjer, napredak u medicinskoj tehnologiji često zahtjeva dodatnu obuku i specijalizaciju medicinskog osoblja, dok starenje populacije povećava potražnju za gerijatrijskim specijalistima i dugotrajnom njegom. Istraživanje ukazuje na značajne nedostatke u procesima planiranja ljudskih resursa u zdravstvu (HHRP) u većini zemalja. Ovi nedostaci su često karakterizovani sporadičnošću, varijabilnim kvalitetom i čestim nedostatkom adekvatnih podataka. Na primjer, mnoge zemlje nemaju sveobuhvatne baze podataka o trenutnim kapacitetima zdravstvenog osoblja, što otežava precizno planiranje budućih potreba. Ovakav nedostatak koordinacije i integracije podataka dovodi do nepredvidljivih ciklusa nestašica i viškova medicinskog osoblja, s ozbiljnim posljedicama po dostupnost i kvalitetu zdravstvenih usluga. Stalni ciklusi prekomjerne ili nedovoljne dostupnosti zdravstvenog osoblja, posebno u Sjevernoj Americi, ukazuju na nedostatke u metodama procjene budućih potreba. Ove fluktuacije često nastaju zbog netačnih prognoza rasta stanovništva, nedostatka sveobuhvatnih baza podataka i korištenja neadekvatnih omjera radne snage prema broju stanovnika. Na primjer, netačne procene o broju starijih građana mogu dovesti do nedostatka specijalizovanih medicinskih sestara ili gerijatarata, dok se višak može pojaviti u oblastima koje nisu u skladu sa stvarnim potrebama populacije. Uprkos raznolikosti pristupa, praksa predviđanja HHR-a nije ograničena na korišćenje jedne metode. Studije koje predviđaju budućnost koriste niz različitih pristupa iz područja demografije, epidemiologije, ekonomije i industrijskog inženjeringa. Na primjer,

demografski modeli mogu analizirati trendove starenja populacije i migracije, dok ekonomski modeli mogu uključivati faktore kao što su ekonomski rast i promjene u zdravstvenom osiguranju. Međutim, nijedna od tih metoda nije pokazala posebnu preciznost za dugoročno predviđanje ili za procjenu potreba velikih populacija ili geografskih područja. To se posebno odnosi na sektore gde su promjene brzih i nepredvidive, kao što su pandemije ili nagle promjene u zdravstvenim politikama. Kako bi se poboljšalo planiranje HHR-a, neophodno je razviti integrisane modele koji kombinuju različite metodologije i izvore podataka. Ovi modeli bi trebalo da uzimaju u obzir ne samo demografske promjene, već i faktore kao što su promjene u zdravstvenim tehnologijama, edukativnim kapacitetima i preferencijama pacijenata. Na primjer, razvoj telemedicine i digitalnih zdravstvenih tehnologija može smanjiti potrebu za određenim vrstama osoblja, dok istovremeno povećava potrebu za stručnjacima u oblasti digitalne zdravstvene tehnologije. Također, globalni trendovi u migracijama zdravstvenih radnika mogu uticati na dostupnost radne snage u različitim regijama, što zahtjeva fleksibilne strategije zapošljavanja i zadržavanja. Osim toga, važan je kontinuirani monitoring i prilagođavanje planova na osnovu novih podataka i promjena u zdravstvenom okruženju. Ovo uključuje korištenje naprednih analitičkih alata i tehnika, kao što su big data analitika i mašinsko učenje, kako bi se identifikovali obrasci i trendovi koji bi mogli uticati na buduće potrebe za zdravstvenim radnicima. Kroz sveobuhvatnu i prilagodljivu strategiju upravljanja zdravstvenim ljudskim resursima, zdravstveni sistemi mogu bolje odgovoriti na izazove i potrebe koje se mijenjaju, čime se osigurava pružanje visokokvalitetne zdravstvene nege i podrška za sve članove zajednice.

Analiza zdravstvenih pokazatelja u Federaciji Bosne i Hercegovine (FBiH) pružila je dubok uvid u složenu dinamiku zdravstvenog sistema, stavljajući fokus na ključne faktore kao što su broj zdravstvenih radnika, finansijski izdaci i obrazovni kapaciteti. Ova analiza igra ključnu ulogu u informisanju donosioca politika, zdravstvenih stručnjaka i obrazovnih institucija, nudeći temeljan uvid koji može značajno uticati na planiranje i oblikovanje budućnosti zdravstvenog sektora u FBiH. Ključne oblasti ove analize pokrivaju demografske i ekonomske faktore, kao i specifične potrebe zdravstvenog sektora u regiji. Projekcije broja ljekara i medicinskih sestara/tehničara do 2050. godine pružaju osnov za anticipiranje budućih potreba zdravstvenog kadra. Analiza ukazuje na značajan rast u oba sektora, što postavlja imperativne za proaktivne strategije u obrazovanju i zapošljavanju. Na primjer, porast broja stanovnika i starenje populacije mogu povećati potražnju za specijalizovanom medicinskom njegom, dok napredak u medicinskoj tehnologiji može zahtijevati dodatnu obuku i kvalifikacije za postojeće kadrove. Stoga je ključno da obrazovne institucije unaprijed planiraju i proširuju svoje kapacitete kako bi zadovoljile ove rastuće potrebe, što može uključivati povećanje broja upisanih studenata, unapređenje kurikuluma i uvođenje novih specijalizacija. Drugi ključni aspekt analize je važnost povećanja broja diplomiranih studenata medicine kako bi se zadovoljile rastuće potrebe za ljekarskim kadrom. Regresiona analiza je pokazala da postoji direktna korelacija između broja diplomiranih studenata i broja zaposlenih ljekara, što znači da svako povećanje u broju diplomiranih studenata vodi do proporcionalnog povećanja broja ljekara u sistemu. Ovaj nalaz ukazuje na potrebu za bližom saradnjom između zdravstvenih i obrazovnih institucija kako bi se optimizovali obrazovni

programi i kapaciteti. Na primjer, uvođenje dodatnih kvota za upis na medicinske fakultete, poboljšanje infrastrukture i povećanje kapaciteta za kliničku obuku mogu biti neki od koraka koji bi mogli pomoći u ispunjavanju ovih ciljeva. Finansijski aspekti također igraju ključnu ulogu u ovoj analizi. Finansijski pokazatelji otkrivaju značajan udio bruto domaćeg proizvoda (BDP) koji se izdvaja za zdravstvo, sa posebnim naglaskom na visokim izdacima za bolničku skrb. Efikasno upravljanje finansijskim resursima i optimizacija raspodjele sredstava postaju imperativ za održivost zdravstvenog sistema. Donosioci politika moraju pažljivo razmotriti kako prilagoditi proračun kako bi osigurali pravednu raspodjelu sredstava, koja uključuje ne samo bolničku nego i izvanbolničku skrb, preventivne programe, kao i ulaganja u tehnologiju i obuku. Na primjer, ulaganje u telemedicinu i druge digitalne zdravstvene tehnologije može smanjiti pritisak na bolnički sistem i pružiti pristupačniju njegu za ruralne i udaljene zajednice. Na kraju, ova analiza pruža dragocjen okvir za informisano donošenje odluka. Potrebno je naglasiti važnost saradnje između ključnih učesnika - vlada, zdravstvenih institucija i obrazovnih ustanova. Planiranje dugoročne održivosti zdravstvenog sistema zahtijeva sveobuhvatan pristup koji uključuje prilagodbu obrazovnih programa, optimizaciju resursa i stalno praćenje promjena u potrebama stanovništva. Samo kroz zajedničke napore moguće je osigurati kvalitetnu i pristupačnu zdravstvenu njegu za sve građane Federacije Bosne i Hercegovine. U tom kontekstu, implementacija sveobuhvatnog sistema za praćenje i evaluaciju može pomoći u identifikaciji i rješavanju izazova u realnom vremenu, što je ključno za prilagođavanje strategija i osiguranje održivosti i efikasnosti zdravstvenog sistema. Ova analiza naglašava potrebu za kontinuiranim ulaganjima u edukaciju, infrastrukturu i inovacije, kako bi se osigurao stabilan i efikasan zdravstveni sistem sposoban da odgovori na buduće izazove i potrebe.

Preporuke za nadležne institucije

Na osnovu analize i rezultata istraživanja, izdvojeno je nekoliko ključnih preporuka za Ministarstva Zdravstva u FBiH kako bi se poboljšalo planiranje i upravljanje zdravstvenim ljudskim resursima. Ministarstva bi trebala koristiti predviđanja radne snage, kao što su ARIMA modeli, kako bi anticipirala buduće potrebe za ljekarima i medicinskim sestrama/tehničarima. Ova predviđanja omogućavaju planiranje obuke i zapošljavanja, čime se osigurava adekvatan broj stručnog kadra za pružanje visokokvalitetne zdravstvene njege. Postoji snažna pozitivna korelacija između broja diplomiranih studenata medicine i broja ljekara. Stoga je neophodno povećati kvote za upis na medicinske fakultete, kao i poboljšati infrastrukturu i kapacitete za kliničku obuku. Ovo uključuje modernizaciju nastavnih programa i povećanje broja stručnog osoblja za obuku. S obzirom na značajan udio BDP-a koji se izdvaja za zdravstvo, važno je optimizirati raspodjelu sredstava. Fokus bi trebao biti na balansiraju izdvajanja između bolničke i izvanbolničke skrbi, kao i ulaganja u preventivne programe i digitalne zdravstvene tehnologije, poput telemedicine, kako bi se poboljšala dostupnost i efikasnost zdravstvenih usluga. Redovno praćenje i ažuriranje podataka o zdravstvenim radnicima, uključujući broj ljekara i medicinskih sestara/tehničara, te analiza trendova, ključni su za prilagodbu strategija zapošljavanja i obrazovanja. Ovo

uključuje korištenje naprednih analitičkih alata i tehnika, kao što su big data analitika i mašinsko učenje, za identifikaciju trendova i obrazaca. Poboljšana komunikacija i saradnja između medicinskih fakulteta, ministarstava obrazovanja i zdravstva mogu osigurati da obrazovni programi odgovaraju potrebama zdravstvenog sektora. Ovo uključuje zajedničko planiranje i implementaciju obrazovnih strategija koje će osigurati dovoljan broj stručnog kadra. Ministarstva bi trebala promovirati ulaganja u nove tehnologije i inovacije koje mogu poboljšati efikasnost zdravstvenog sistema. Ovo uključuje podršku razvoju digitalnih zdravstvenih platformi, elektronskih zdravstvenih kartona i drugih tehnologija koje mogu olakšati rad zdravstvenim radnicima i poboljšati usluge za pacijente. Ove preporuke pružaju sveobuhvatan okvir za strateško planiranje i unapređenje upravljanja zdravstvenim resursima u FBiH, osiguravajući da zdravstveni sistem može efikasno odgovoriti na trenutne i buduće izazove.

Preporuke za obrazovne institucije

Na osnovu analize podataka o zdravstvenim pokazateljima i obrazovnim kapacitetima, slijede preporuke za obrazovne institucije kako bi se poboljšala obuka i priprema budućih zdravstvenih kadrova. S obzirom na snažnu pozitivnu korelaciju između broja diplomiranih studenata medicine i broja ljekara, preporučuje se povećanje kvota za upis na medicinske fakultete. Ovo uključuje povećanje broja mjesta za studente, posebno u kritičnim specijalizacijama koje su identificirane kao deficitne. Obrazovne institucije trebaju kontinuirano ažurirati i modernizirati nastavni program kako bi reflektovali najnovije naučne spoznaje i tehnološke napretke u medicini. Ovo uključuje uvođenje novih predmeta i kurseva koji se fokusiraju na digitalnu medicinu, telemedicinu i druge inovativne pristupe zdravstvenoj njezi. Da bi se osigurala kvalitetna praktična obuka, potrebno je poboljšati infrastrukturu, uključujući kliničke simulatore, laboratorije i opremu. Ovo će pomoći studentima da steknu praktične vještine potrebne za rad u stvarnim kliničkim uslovima. Uspostavljanje programa za specijalizaciju u oblastima gdje postoji deficit zdravstvenih radnika je ključno. Također, kontinuirana edukacija i profesionalni razvoj trebaju biti prioritet, kako bi se postojeći kadar mogao usavršavati i prilagođavati novim trendovima i potrebama u zdravstvu. Obrazovne institucije trebaju povećati saradnju sa bolnicama, klinikama i drugim zdravstvenim ustanovama kako bi omogućile studentima bolje prilike za stažiranje i praktičnu obuku. Ovo može uključivati formalne sporazume o partnerstvu, zajedničke istraživačke projekte i zajedničke edukativne programe. Da bi se osigurao kvalitetan nivo obrazovanja, važno je ulagati u razvoj i podršku akademskom osoblju. Ovo uključuje kontinuiranu edukaciju nastavnika, pristup istraživačkim resursima i podršku u uvođenju novih pedagoških metoda. Obrazovne institucije trebaju raditi na razvoju strategija koje će zadržati diplomirane studente unutar lokalnog zdravstvenog sistema. Ovo može uključivati stipendiranje, podršku pri zapošljavanju i mentorstvo, kao i saradnju sa vladinim i nevladinim organizacijama u osiguravanju radnih mjesta. Implementacija ovih preporuka može značajno poboljšati obrazovni sistem u FBiH i osigurati da postoji dovoljna i kvalifikovana radna snaga u zdravstvenom sektoru, sposobna da odgovori na buduće izazove i potrebe stanovništva.

REFERENCE

1. Agarwal, S., Greiner, A., & Wendorff, J. H. (2013). Functional materials by electrospinning of polymers. *Progress in Polymer Science*, 38(6), 963-991.
2. Aiken, L. H., & Salmon, M. E. (1994). Health care workforce priorities: What nursing should do now. *Inquiry*, 318-329.
3. Albreht, T., Turk, E., Toth, M., Ceglar, J., Marn, S., Pribaković Brinovec, R., ... & World Health Organization. (2009). *Slovenia: Health system review*.
4. Ananijević-Pandej, J., Cucić, V., & Doknić-Stefanović, D. (1990). Development of mechanisms for evaluation of the quality of perinatal care. *Jugoslavenska Ginekologija i Perinatologija*, 30(1-2), 39-41.
5. Anderson, C., Law, J. K., Daniels, A., Rice, C., Mandell, D. S., Hagopian, L., & Law, P. A. (2012). Occurrence and family impact of elopement in children with autism spectrum disorders. *Pediatrics*, 130(5), 870-877.
6. Atlason, J., Epelman, M. A., & Henderson, S. G. (2004). Call center staffing with simulation and cutting plane methods. *Annals of Operations Research*, 127, 333-358.
7. Banks, E. (2001). *e-Finance: the electronic revolution in financial services*. John Wiley & Sons, Inc.
8. Barber, P., & López-Valcárcel, B. G. (2010). Forecasting the need for medical specialists in Spain: application of a system dynamics model. *Human resources for health*, 8, 1-9.
9. Bartholomew, K., & Horowitz, L. M. (1991). Attachment styles among young adults: a test of a four-category model. *Journal of personality and social psychology*, 61(2), 226.
10. Belhaj, R., & Tkiouat, M. (2013). A Markov model for human resources supply forecast dividing the HR system into subgroups.
11. Ben-Gal, Y., Weisz, G., Collins, M. B., Genereux, P., Dangas, G. D., Teirstein, P. S., ... & Moses, J. W. (2010). Dual catheter technique for the treatment of severe coronary artery perforations. *Catheterization and Cardiovascular Interventions*, 75(5), 708-712.
12. Bryant, M. P. (1973). Nutritional requirements of the predominant rumen cellulolytic bacteria.
13. Cohen, M. D. (1991). Individual learning and organizational routine: Emerging connections. *Organization science*, 2(1), 135-139.
14. Cohen, M. M., O'Brien-Pallas, L. L., Coplestone, C., Wall, R., Porter, J., & Rose, K. D. (1999). Nursing workload associated with adverse events in the postanesthesia care unit. *The Journal of the American Society of Anesthesiologists*, 91(6), 1882-1882.
15. Cole, D. A., & Turner Jr, J. E. (1993). Models of cognitive mediation and moderation in child depression. *Journal of abnormal psychology*, 102(2), 271.
16. Collart, D., & Haurie, A. (1980). On the control of care supply and demand in a urology department. *European Journal of Operational Research*, 4(3), 160-172.
17. Commandeur, J. J., & Koopman, S. J. (2007). *An introduction to state space time series analysis*. Oxford University Press, USA.
18. Coppin, C. M., Gospodarowicz, M. K., James, K., Tannock, I. F., Zee, B., Carson, J., ... & Sullivan, L. D. (1996). Improved local control of invasive bladder cancer by concurrent cisplatin and preoperative or definitive radiation. *Journal of clinical oncology*, 14(11), 2901-2907.
19. Crettenden, I. F., McCarty, M. V., Fenech, B. J., Heywood, T., Taitz, M. C., & Tudman, S. (2014). How evidence-based workforce planning in Australia is informing policy development in the retention and distribution of the health workforce. *Human resources for health*, 12, 1-13.
20. Cromwell, P. F., Olson, J. N., & D'Aunn Wester Avary. (1991). *Breaking and entering: An ethnographic analysis of burglary* (Vol. 8). Newbury Park, CA: Sage.

21. Deane, R. T., & Yett, D. E. (1979). Nurse market policy simulations using an econometric model. *Research in health economics*, 1, 255-300.
22. Denton, F. T., Gafni, A., Spencer, B. G., & Stoddart, G. L. (1983). Potential savings from the adoption of nurse practitioner technology in the Canadian health care system. *Socio-Economic Planning Sciences*, 17(4), 199-209.
23. Dexter, F., & O'Neill, L. (2001). Weekend operating room on call staffing requirements. *AORN journal*, 74(5), 664-671.
24. DiCenso, A. (1998). The neonatal nurse practitioner. *Current Opinion in Pediatrics*, 10(2), 151-155.
25. Doran, H. E., & Deen, R. R. (1981). The use of linear difference equations in manpower planning: A criticism. *Journal of Development Economics*, 8(2), 193-204.
26. Duraiswamy, N., Welton, R., & Reisman, A. (1981). Using computer simulation to predict ICU staffing needs. *JONA: The Journal of Nursing Administration*, 11(2), 45.
27. Edwards, J. S. (1983). A survey of manpower planning models and their application. *Journal of the Operational Research Society*, 34(11), 1031-1040.
28. Eiger, A., Jacobs, J. M., Chung, D. B., & Selsor, J. L. (1988). The US Army's occupational specialty manpower decision support system. *Interfaces*, 18(1), 57-73.
29. Ethridge, P. (1991). A nursing HMO: Carondelet St. Mary's experience. *Nursing Management*, 22(7), 22-27.
30. Ethridge, P., & Lamb, G. S. (1989). Professional Nursing Case Management Improves Quality, Access and Costs: A system with nurses as the primary healthcare providers produces dramatic reductions in LOS and in cost, while truly "humanizing" healthcare. *Nursing Management*, 20(3), 30-37.
31. Forrester, J. W. (1994). System dynamics, systems thinking, and soft OR. *System dynamics review*, 10(2-3), 245-256.
32. Fraher, E. P., Knapton, A., Sheldon, G. F., Meyer, A., & Ricketts, T. C. (2013). Projecting surgeon supply using a dynamic model. *Annals of surgery*, 257(5), 867-872.
33. Hacon, W. S. (1973). Health manpower development in Canada. *Canadian Journal of Public Health/Revue Canadienne de Sante'e Publique*, 5-12.
34. Hall, B. G. (1988). Adaptive evolution that requires multiple spontaneous mutations. I. Mutations involving an insertion sequence. *Genetics*, 120(4), 887-897.
35. Hall, T. L., Mejía, A., & World Health Organization. (1978). *Health manpower planning: principles, methods, issues*. World Health Organization.
36. Holligan, P. M., Fernández, E., Aiken, J., Balch, W. M., Boyd, P., Burkill, P. H., ... & van der Wal, P. (1993). A biogeochemical study of the coccolithophore, *Emiliana huxleyi*, in the North Atlantic. *Global biogeochemical cycles*, 7(4), 879-900.
37. Hsu, J., Santesso, N., Mustafa, R., Brozek, J., Chen, Y. L., Hopkins, J. P., ... & Schünemann, H. J. (2012). Antivirals for treatment of influenza: a systematic review and meta-analysis of observational studies. *Annals of internal medicine*, 156(7), 512-524.
38. Jiang, H. J., & Begun, J. W. (2002). Dynamics of change in local physician supply: an ecological perspective. *Social science & medicine*, 54(10), 1525-1541.
39. Kinstler, D. P., Johnson, R. W., Richter, A., & Kocher, K. (2008). Navy Nurse Corps manpower management model. *Journal of health organization and management*, 22(6), 614-626.
40. Kopelman, J., Budnick, A. S., Sessions, R. B., Kramer, M. B., & Wong, G. Y. (1988). Ototoxicity of high-dose cisplatin by bolus administration in patients with advanced cancers and normal hearing. *The Laryngoscope*, 98(8), 858-864.
41. Kundi, M., Koller, M., Stefan, H., Lehner, L., Kaindlstorfer, S., & Rottenbücher, S. (1995). Attitudes of nurses towards 8-h and 12-h shift systems. *Work & Stress*, 9(2-3), 134-139.

42. Kwak, T. J., & Zedler, J. B. (1997). Food web analysis of southern California coastal wetlands using multiple stable isotopes. *Oecologia*, *110*, 262-277.
43. Lagarde, M., & Blaauw, D. (2009). A review of the application and contribution of discrete choice experiments to inform human resources policy interventions. *Human resources for health*, *7*, 1-10.
44. Law, A. M., Kelton, W. D., & Kelton, W. D. (2007). *Simulation modeling and analysis* (Vol. 3). New York: McGraw-Hill.
45. Lawrence, J. J., Grinspan, Z. M., Statland, J. M., & McBain, C. J. (2006). Muscarinic receptor activation tunes mouse stratum oriens interneurons to amplify spike reliability. *The Journal of physiology*, *571*(3), 555-562.
46. Lim, K. H., Kim, S., Lee, Y. S., Kim, K. H., Kim, J., young Rhee, J., ... & Kim, B. K. (2008). Central pontine myelinolysis in a patient with acute lymphoblastic leukemia after hematopoietic stem cell transplantation: a case report. *Journal of Korean medical science*, *23*(2), 324.
47. Lomas, J., Stoddart, G. L., & Barer, M. L. (1985). Supply projections as planning: a critical review of forecasting net physician requirements in Canada. *Social Science & Medicine*, *20*(4), 411-424.
48. Marchette, L., & Holloman, F. (1986). Length of stay: significant variables. *JONA: The Journal of Nursing Administration*, *16*(3), 12-20.
49. Masnick, K. (2009). Narrowing the gap between eye care needs and service provision: the service-training nexus. *Human resources for health*, *7*, 1-9.
50. Masnick, K., & McDonnell, G. (2010). A model linking clinical workforce skill mix planning to health and health care dynamics. *Human Resources for Health*, *8*, 1-10.
51. Matejic, B., Vukovic, D., Milicevic, M. S., Supic, Z. T., Vranes, A. J., Djikanovic, B., ... & Stambolovic, V. (2012). Student-centred medical education for the future physicians in the community: An experience from Serbia. *HealthMED*, *6*(2), 517-524.
52. Mitchell, M., Holland, J., & Forrest, S. (1993). When will a genetic algorithm outperform hill climbing. *Advances in neural information processing systems*, *6*.
53. Muza, S. R., Beidleman, B. A., & Fulco, C. S. (2010). Altitude preexposure recommendations for inducing acclimatization. *High altitude medicine & biology*, *11*(2), 87-92.
54. Naylor, A. R. (1990). Eosinophilic gastroenteritis. *Scottish medical journal*, *35*(6), 163-165.
55. Ng, S. T., Fan, R. Y., Wong, J. M., Chan, A. P., Chiang, Y. H., Lam, P. T., & Kumaraswamy, M. (2009). Coping with structural change in construction: experiences gained from advanced economies. *Construction management and economics*, *27*(2), 165-180.
56. Niehaus, J. J. (1995). *God at Sinai: covenant and theophany in the Bible and ancient Near East*. Zondervan.
57. O'Brien-Pallas, L., Baumann, A., Donner, G., Murphy, G. T., Lochhaas-Gerlach, J., & Luba, M. (2001). Forecasting models for human resources in health care. *Journal of advanced nursing*, *33*(1), 120-129.
58. Ognyanova, D., & Busse, R. (2012). Health workforce mobility and policy responses in South East Europe. In *Health reforms in South East Europe* (pp. 76-101). London: Palgrave Macmillan UK.
59. Özcan, S., & Johnston, M. (1995). Three different regulatory mechanisms enable yeast hexose transporter (HXT) genes to be induced by different levels of glucose. *Molecular and cellular biology*.
60. Parker, B., & Caine, D. (1996). Holonic modelling: human resource planning and the two faces of Janus. *International journal of manpower*, *17*(8), 30-45.

61. Pong, S. L. (1997). Family structure, school context, and eighth-grade math and reading achievement. *Journal of Marriage and the Family*, 734-746.
62. Pong, S. L. (1998). The school compositional effect of single parenthood on 10th-grade achievement. *Sociology of Education*, 23-42.
63. Prescott, E. C. (2002). Prosperity and depression. *American Economic Review*, 92(2), 1-15.
64. Pruthi, R. S., Neuwahl, S., Nielsen, M. E., & Fraher, E. (2013). Recent trends in the urology workforce in the United States. *Urology*, 82(5), 987-994.
65. Qi, X., Bard, J. F., & Yu, G. (2006). Disruption management for machine scheduling: the case of SPT schedules. *International Journal of Production Economics*, 103(1), 166-184.
66. Reid, R. M. (1992). Cultural and medical perspectives on geophagia. *Medical Anthropology*, 13(4), 337-351.
67. Reifels, L., Naccarella, L., Blashki, G., & Pirkis, J. (2014). Examining disaster mental health workforce capacity. *Psychiatry*, 77(2), 199-205.
68. Roberfroid, D., Leonard, C., & Stordeur, S. (2009). Physician supply forecast: better than peering in a crystal ball? *Human resources for health*, 7, 1-13.
69. Roos, C., Zeiger, T., Rohde, H., Nägerl, H. C., Eschner, J., Leibfried, D., ... & Blatt, R. (1999). Quantum state engineering on an optical transition and decoherence in a Paul trap. *Physical Review Letters*, 83(23), 4713.
70. Ryzen, E. (1997). *Science on Trial: The Clash of Medical Evidence and the Law in the Breast Implant Case*.
71. Schroeder, P. W. (1994). *The Transformation of European Politics, 1763-1848*. Oxford University Press.
72. Shemin, R. J., Dziuban, S. W., Kaiser, L. R., Lowe, J. E., Nugent, W. C., Oz, M. C., ... & Wallace, J. K. (2002). Thoracic surgery workforce: snapshot at the end of the twentieth century and implications for the new millennium. *The Annals of Thoracic Surgery*, 73(6), 2014-2032.
73. Shen, H., & Huang, J. Z. (2008). Sparse principal component analysis via regularized low rank matrix approximation. *Journal of Multivariate Analysis*, 99(6), 1015-1034.
74. Shipp, P. J., & World Health Organization. (1998). *Workload Indicators of Staffing Need (WISN): A Manual for Implementation* (No. WHO/HRB/98.2). World Health Organization.
75. Sing, C. P., Love, P. E. D., & Tam, C. M. (2012). Stock-flow model for forecasting labor supply. *Journal of Construction Engineering and Management*, 138(6), 707-715.
76. Smircich, L., & Morgan, G. (1982). Leadership: The management of meaning. *The Journal of Applied Behavioral Science*, 18(3), 257-273.
77. Smith, A. R., & Bartholomew, D. J. (1988). Manpower planning in the United Kingdom: An historical review. *Journal of the Operational Research Society*, 39(3), 235-248.
78. Solnet, D. J., Ford, R. C., Robinson, R. N., Ritchie, B. W., & Olsen, M. (2014). Modeling locational factors for tourism employment. *Annals of Tourism Research*, 45, 30-45.
79. Song, F., & Rathwell, T. (1993). Future demand for doctors in China. *Health Policy and Planning*, 8(4), 394-404.
80. Srour, I. M., Haas, C. T., & Morton, D. P. (2006). Linear programming approach to optimize strategic investment in the construction workforce. *Journal of Construction Engineering and Management*, 132(11), 1158-1166.
81. Serman, J., Oliva, R., Linderman, K., & Bendoly, E. (2015). System dynamics perspectives and modeling opportunities for research in operations management. *Journal of Operations Management*, 39, 1-5.
82. Trivedi, R., Magnin, P., & Kurz, W. (1987). Theory of eutectic growth under rapid solidification conditions. *Acta Metallurgica*, 35(4), 971-980.

83. Vanderby, S. A., Babyn, P. S., Carter, M. W., Jewell, S. M., & McKeever, P. D. (2010). Effect of anesthesia and sedation on pediatric MR imaging patient flow. *Radiology*, 256(1), 229-237.
84. Voncina, L., Jemai, N., Merkur, S., Golna, C., Maeda, A., Chao, S., & Dzakula, A. (2006). Croatia: health system review. *Health Systems in Transition*, 8(7), 1-108.
85. Warner, J. T., & Asch, B. J. (2000). Themes in defence manpower economics and challenges for the future. *Defence and Peace Economics*, 11(1), 93-103.
86. Weigel, H. S., & Wilcox, S. P. (1993). The Army's personnel decision support system. *Decision Support Systems*, 9(3), 281-306.
87. Wilson, E. O. (1987). The little things that run the world (the importance and conservation of invertebrates). *Conservation Biology*, 344-346.
88. Winston, M. (1994). The Bethel at Norwich: an eighteenth-century hospital for lunatics. *Medical History*, 38(1), 27-51.
89. Wong, H. K., Britton, T., & Ganser, T. (2005). What the world can teach us about new teacher induction. *Phi Delta Kappan*, 86(5), 379-384.
90. Wong, J. M., Chan, A. P., & Chiang, Y. H. (2005). Time series forecasts of the construction labour market in Hong Kong: the Box-Jenkins approach. *Construction Management and Economics*, 23(9), 979-991.
91. Wong, J. M., Chan, A. P., & Chiang, Y. H. (2007). Forecasting construction manpower demand: A vector error correction model. *Building and Environment*, 42(8), 3030-3041.
92. Wong, R. K., Ventura, C. V., Espiritu, M. J., Yonekawa, Y., Henchoz, L., Chiang, M. F., ... & Chan, R. V. P. (2012). Training fellows for retinopathy of prematurity care: a Web-based survey. *Journal of American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus*, 16(2), 177-181.
93. Wong, S., & Regan, S. (2009). Patient perspectives on primary health care in rural communities: effects of geography on access, continuity and efficiency. *Rural and Remote Health*, 9(1), 1-12.
94. Ytterberg, S. R., Huard, T. K., & Schnitzer, T. J. (1983). Effects of serum from patients with systemic lupus erythematosus on leukocyte cytotoxicity: modulation of NK activity and ADCC. *The Journal of Rheumatology*, 10(6), 906-912.
95. Zeffane, R., & Mayo, G. (1994). Rightsizing: The Strategic Human Resource Management Challenge of the 1990s. *Management Decision*, 32(9), 5-9.

PRILOZI

Prilog 1. - Output iz SPSS programa Autokorelacije za varijablu medicinske sestre/tehničari u FBiH.

Autokorelacije za varijablu Medicinske sestre/tehničari u FBiH

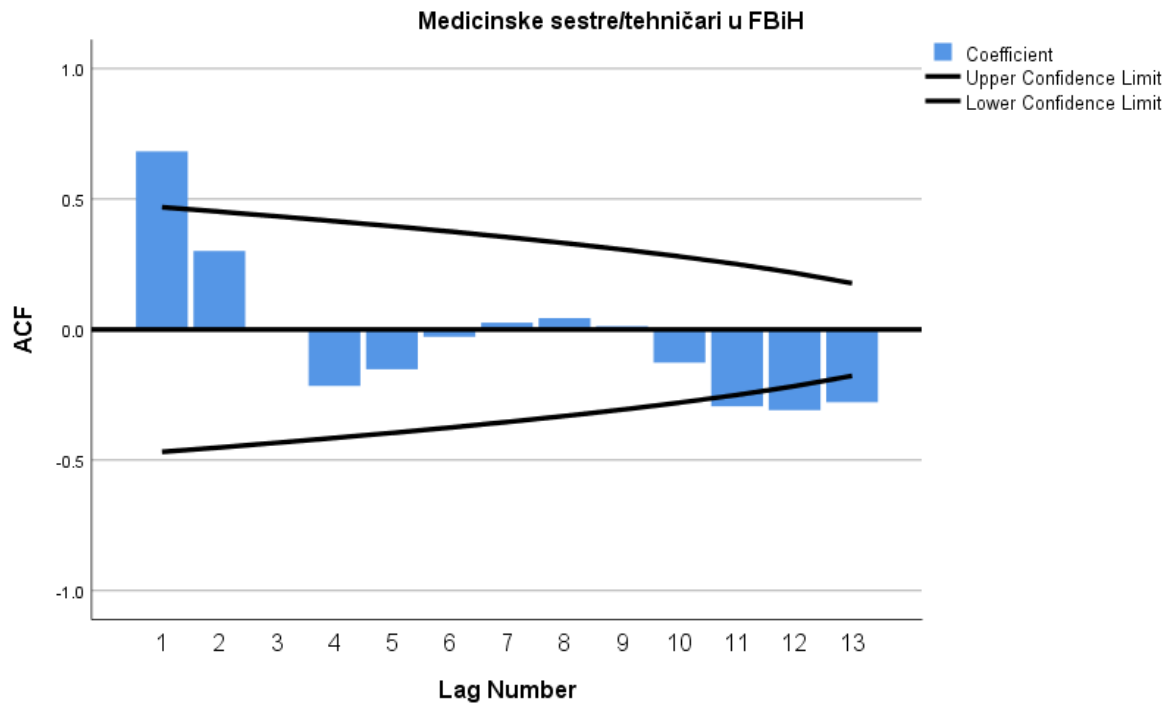
Autocorrelations

Series: Medicinske sestre/tehničari u FBiH

Lag	Autocorrelation	Std. Error ^a	Box-Ljung Statistic		Sig. ^b
			Value	df	
1	.682	.234	8.479	1	.004
2	.301	.226	10.261	2	.006
3	.001	.217	10.261	3	.016
4	-.216	.208	11.340	4	.023
5	-.152	.198	11.930	5	.036
6	-.028	.188	11.952	6	.063
7	.026	.177	11.974	7	.101
8	.044	.166	12.044	8	.149
9	.013	.153	12.052	9	.210
10	-.127	.140	12.874	10	.231
11	-.294	.125	18.382	11	.073
12	-.309	.108	26.487	12	.009
13	-.279	.089	36.405	13	.001

a. The underlying process assumed is independence (white noise).

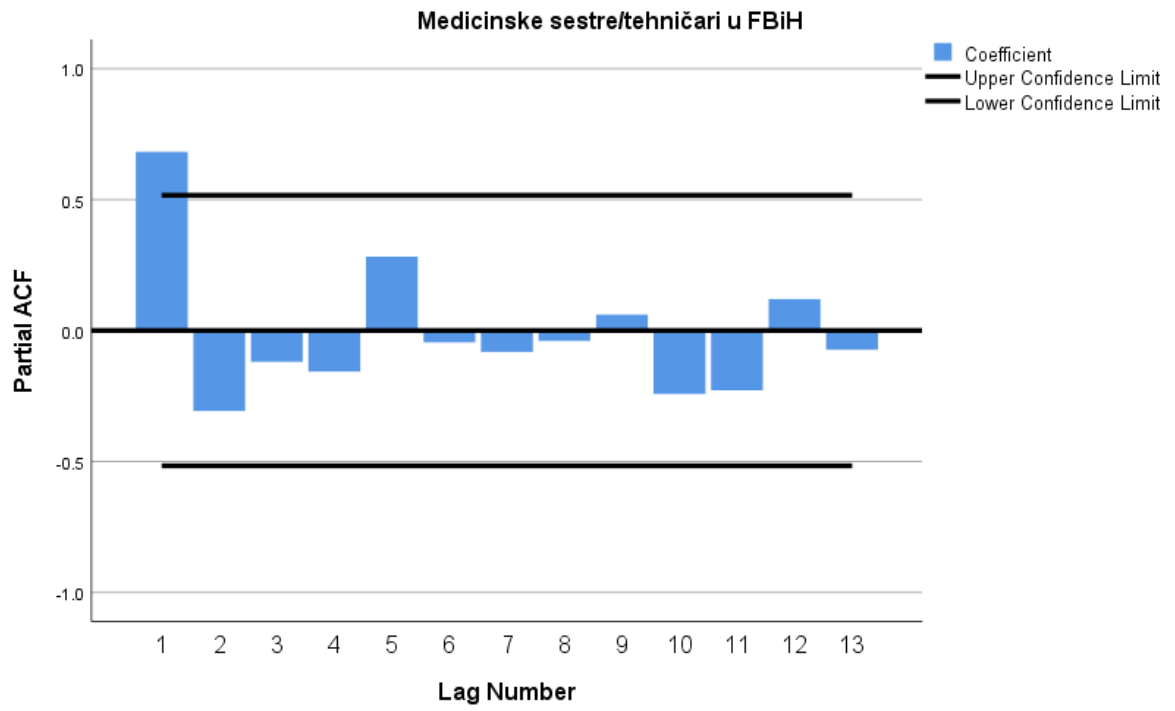
b. Based on the asymptotic chi-square approximation.



Partial Autocorrelations

Series: Medicinske sestre/tehničari u FBiH

Lag	Partial Autocorrelation	Std. Error
1	.682	.258
2	-.307	.258
3	-.120	.258
4	-.157	.258
5	.282	.258
6	-.045	.258
7	-.082	.258
8	-.040	.258
9	.060	.258
10	-.242	.258
11	-.228	.258
12	.120	.258
13	-.073	.258



Prilog 2. - Output iz SPSS programa Autokorelacije za varijablu Ljekari u FBiH

Autokorelacije za varijablu Ljekari u FBiH

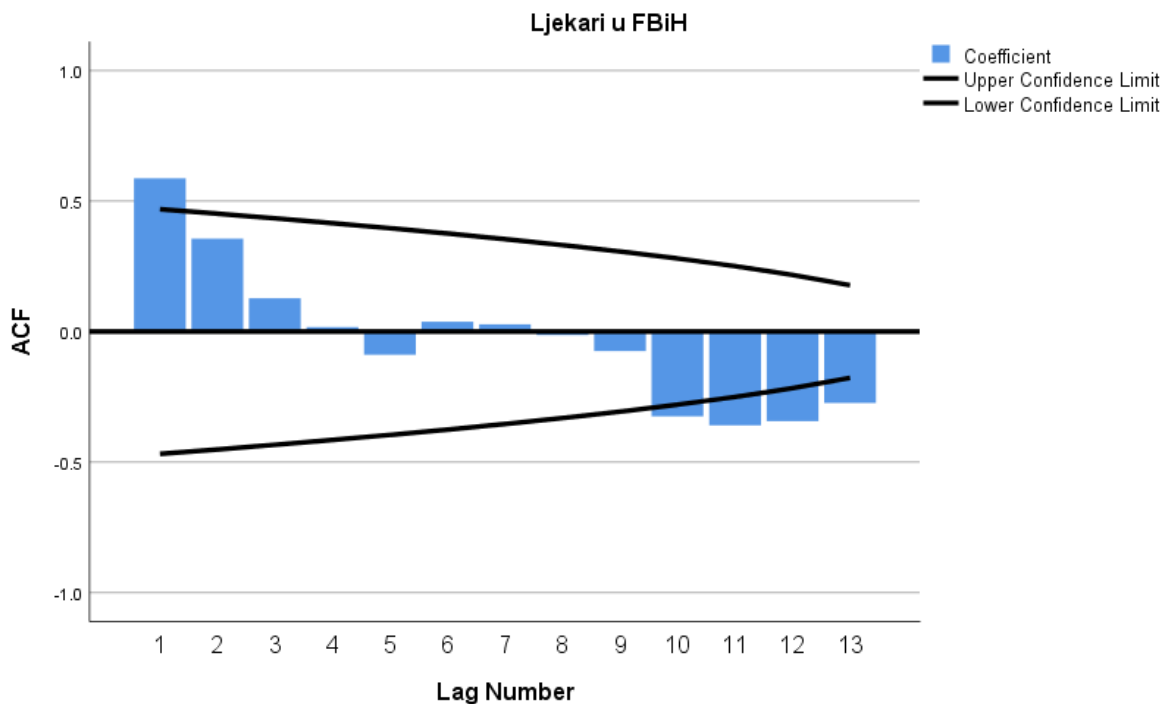
Autocorrelations

Series: Ljekari u FBiH

Lag	Autocorrelation	Std. Error ^a	Box-Ljung Statistic		Sig. ^b
			Value	df	
1	.587	.234	6.269	1	.012
2	.356	.226	8.748	2	.013
3	.127	.217	9.094	3	.028
4	.017	.208	9.100	4	.059
5	-.089	.198	9.300	5	.098
6	.038	.188	9.341	6	.155
7	.028	.177	9.365	7	.228
8	-.014	.166	9.372	8	.312
9	-.075	.153	9.611	9	.383
10	-.325	.140	14.999	10	.132
11	-.359	.125	23.231	11	.016
12	-.343	.108	33.254	12	.001
13	-.274	.089	42.795	13	.000

a. The underlying process assumed is independence (white noise).

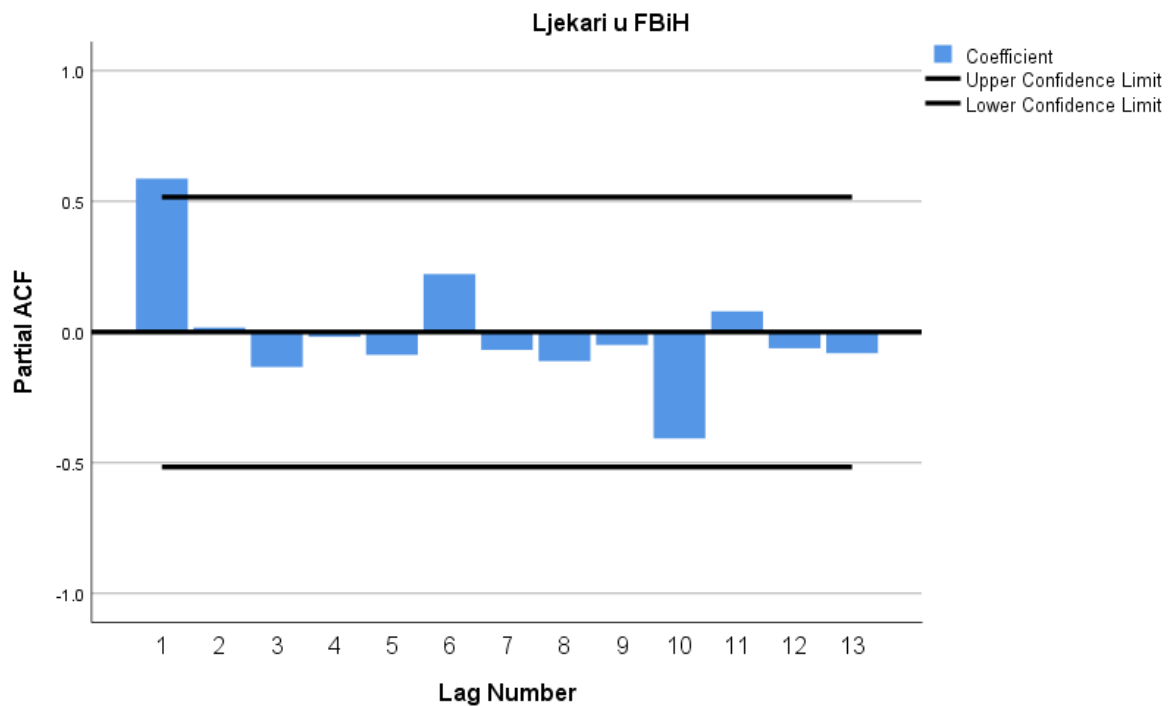
b. Based on the asymptotic chi-square approximation.



Partial Autocorrelations

Series: Ljekari u FBiH

Lag	Partial Autocorrelation	Std. Error
1	.587	.258
2	.017	.258
3	-.134	.258
4	-.018	.258
5	-.087	.258
6	.222	.258
7	-.069	.258
8	-.111	.258
9	-.049	.258
10	-.407	.258
11	.079	.258
12	-.062	.258
13	-.081	.258



Prilog 3. - Output iz SPSS programa ARIMA model (2,1,1)

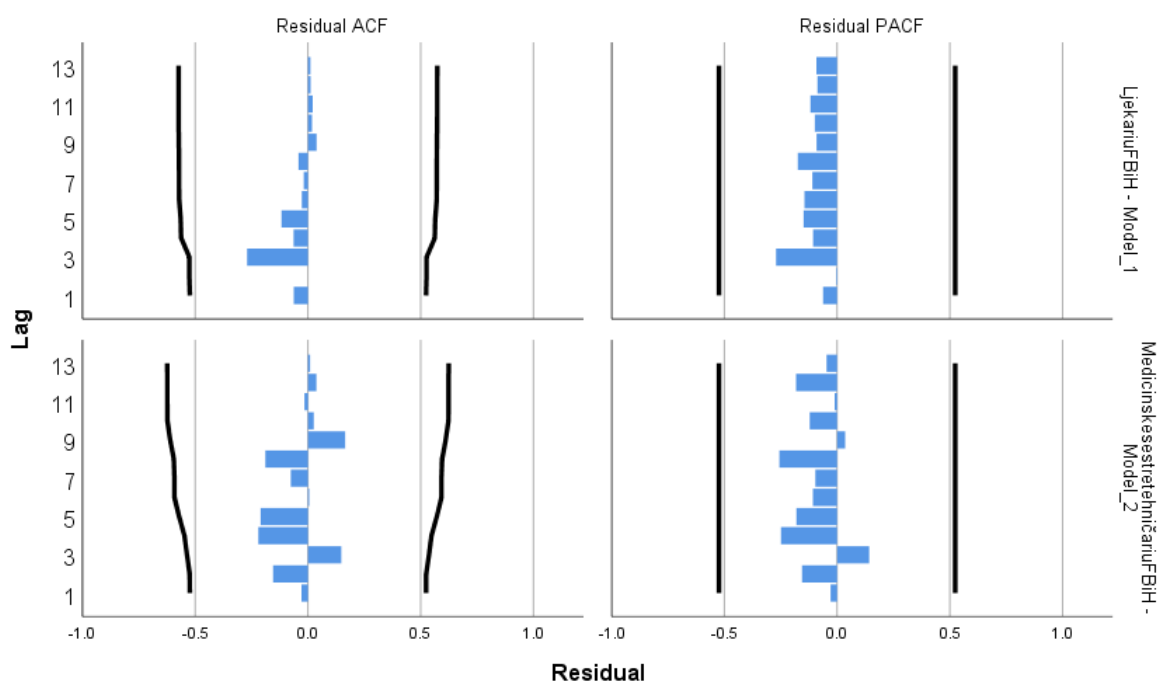
Fit Statistic	Mean	SE	Minimum	Maximum
Stationary R-squared	.310	.040	.281	.338
R-squared	.754	.094	.688	.820
RMSE	294.719	68.572	246.231	343.206
MAPE	2.117	.737	1.595	2.638
MaxAPE	11.336	7.983	5.690	16.981
MAE	163.109	60.585	120.269	205.949
MaxAE	739.369	41.835	709.787	768.951
Normalized BIC	12.099	.470	11.767	12.431

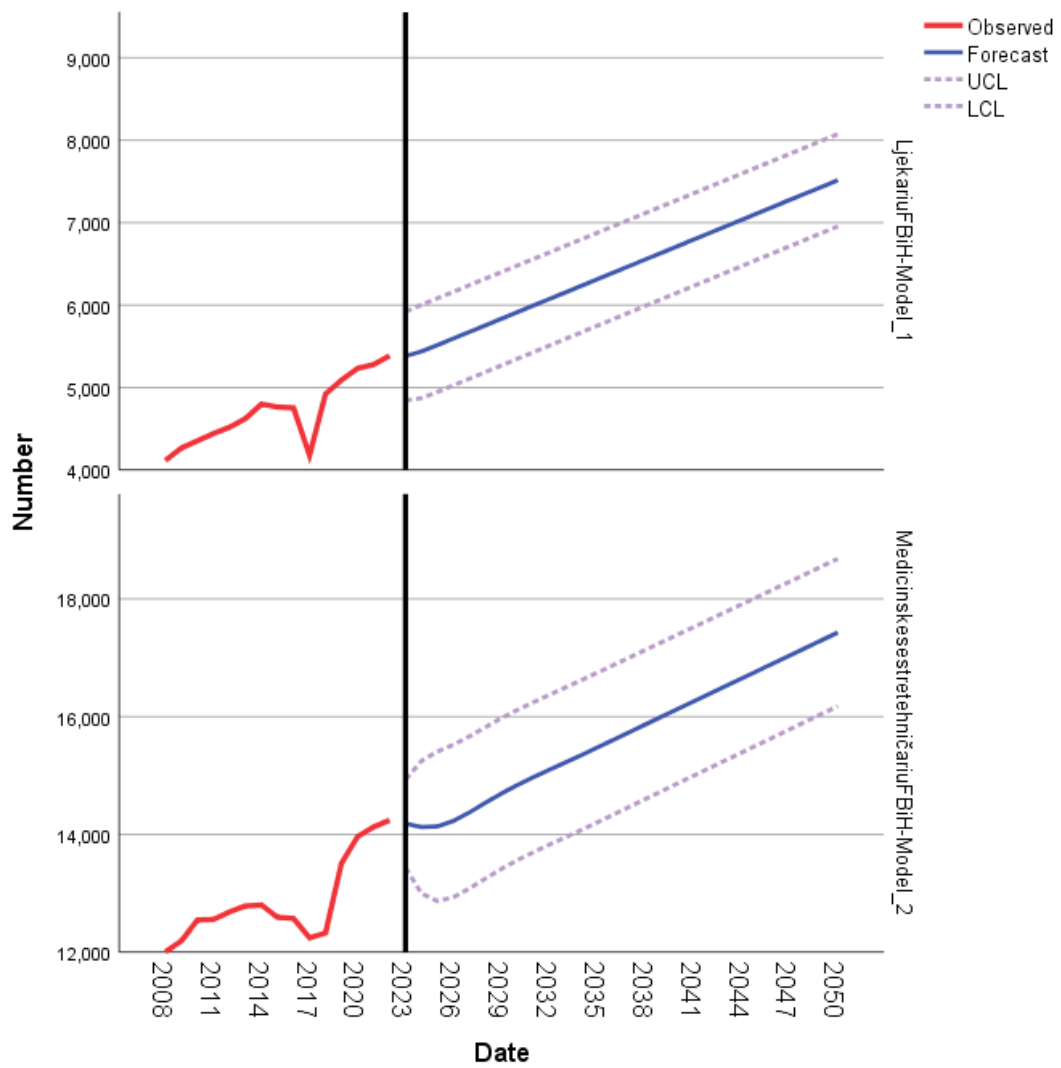
Model Statistics

Model	Number of Predictors	Model Fit statistics		Ljung-Box Q(18)			Number of Outliers
		Stationary R-squared	Normalized BIC	Statistics	DF	Sig.	
Ljekari u FBiH-Model_1	0	.338	11.767	.	0	.	0
Medicinske sestre/tehničari u FBiH-Model_2	0	.281	12.431	.	0	.	0

ARIMA Model Parameters

Ljekari u FBiH	Constant		79.935	24.213	3.301	.008
	AR	Lag 1	.272	.555	.490	.635
		Lag 2	-.044	.434	-.101	.922
	Difference		1			
	MA	Lag 1	.985	7.292	.135	.895
Medicinske sestre/tehničari u FBiH	Constant		129.87	76.370	1.701	.120
	AR	Lag 1	1.067	.560	1.905	.086
		Lag 2	-.464	.311	-1.490	.167
	Difference		1			
	MA	Lag 1	1.000	782.183	.001	.999





Model Fit Statistics	
Stacionarni R-kvadrat	0.281
R-kvadrat	0.688
RMSE	294.719
MAPE	2.12%
MaxAPE	11.34%

ARIMA Parametri:	
Parametar	Vrijednost
AR Lag 1	1.067
AR Lag 2	-0.464
MA Lag 1	1

Ova tabela pruža pregled ključnih statistika i parametara koji karakterišu Model 2 za medicinske sestre/tehničare u Federaciji Bosne i Hercegovine.

Model Fit Statistics	
Stacionarni R-kvadrat	0.31
R-kvadrat	0.754
RMSE	294.719
MAPE	2.12%
MaxAPE	11.34%

ARIMA Parametri:	
Parametar	Vrijednost
AR Lag 1	0.272
AR Lag 2	-0.044
MA Lag 1	0.985

Ova tabela pruža pregled ključnih statistika i parametara koji karakterišu Model 1 za ljekare u Federaciji Bosne i Hercegovine.

Prilog 4. - Output iz SPSS programa ARIMA model (4,1,1)

Time Series Modeler

Model Description

			Model Type
Model ID	Diplomirani studenti	Model_1	ARIMA(4,1,1)
	Upisani studenti medicin	Model_2	ARIMA(4,1,1)

Model Summary

Model Statistics

Model	Number of Predictors	Model Fit statistics		Ljung-Box Q(18)			Number of Outliers
		Stationary R-squared	Normalized BIC	Statistic	DF	Sig.	
Diplomirani studenti-Model_1	0	.657	8.255	.	0	.	0
Upisani studenti medicin-Model_2	0	.368	10.333	.	0	.	0

ARIMA Model Parameters

				Estimate	SE	t	Sig.
Diplomirani studenti-Model_1	Diplomirani studenti	No Transformation	Constant	15.956	2.551	6.254	.000
			AR Lag 1	-.263	.738	-.357	.730
			Lag 2	.155	.951	.163	.875
			Lag 3	-.099	.643	-.154	.882
			Lag 4	-.378	.726	-.521	.616
			Difference	1			
			MA Lag 1	.983	9.910	.099	.923
Upisani studenti medicin-Model_2	Upisani studenti medicin	No Transformation	Constant	4.498	10.862	.414	.690
			AR Lag 1	-.537	.511	-1.050	.324

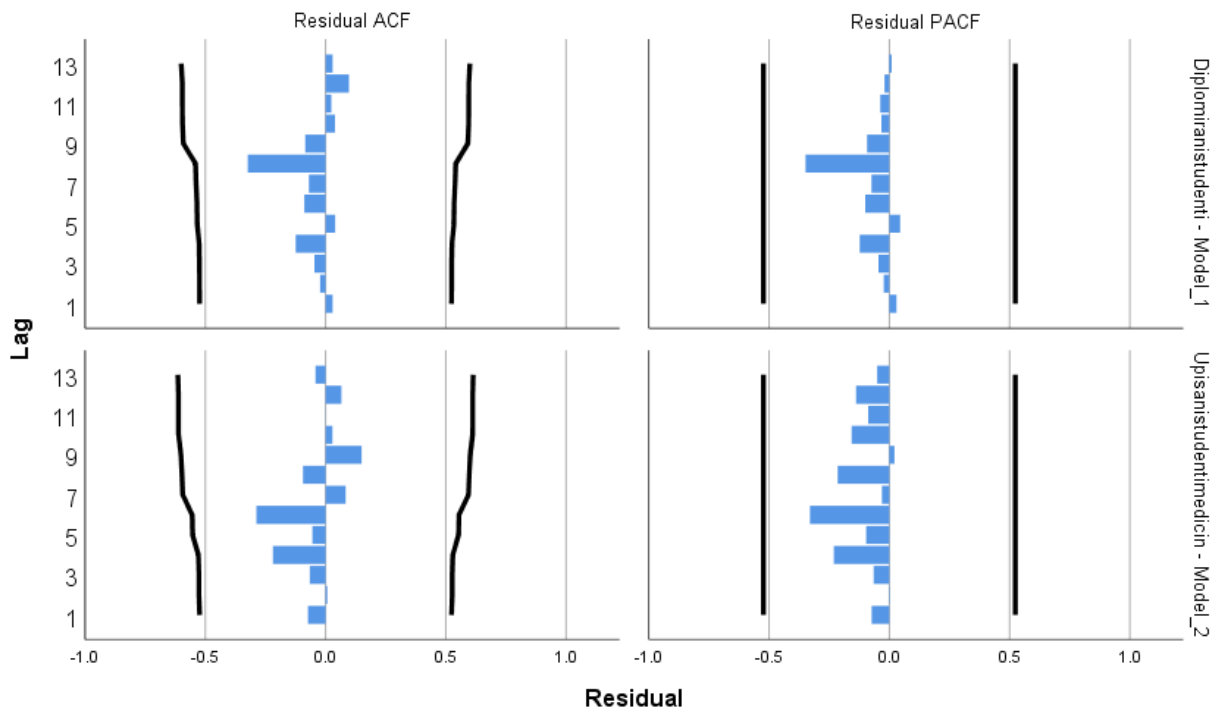
	Lag	-0.647	.356	-1.818	.107
	2				
	Lag	-0.359	.338	-1.061	.320
	3				
	Lag	-0.544	.274	-1.987	.082
	4				
	Difference	1			
MA	Lag	-0.204	.684	-.298	.773
	1				

Residual ACF

Model		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Diplom irani studen ti- Model _1	ACF	.02	-	-	-	.04	-	-	-	-	.03	.024	.097	.029
	SE	.26	.26	.268	.26	.27	.27	.27	.27	.30	.30	.304	.304	.306
Upisan i studen ti medici n- Model _2	ACF	-	.00	-	-	-	-	.08	-	.15	.02	.001	.066	-.042
	SE	.26	.26	.269	.27	.28	.28	.30	.30	.30	.31	.312	.312	.313

Residual PACF

Model		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Diplomi rani studenti -	PA	.0	-	-	-	.04	-	-.075	-.348	-.093	-.033	-.038	-.020	.010
	CF	2	.0	.04	.1	5	.1							
		9	23	5	23		0							
Model_1	SE	.267	.267	.267	.267	.267	.267	.267	.267	.267	.267	.267	.267	.267
Upisani studenti medicin -	PA	-	.0	-	-	-	-	-.031	-.215	.021	-.157	-.088	-.138	-.050
	CF	.0	.02	.06	.2	.09	.3							
		7		5	30	6	3							
Model_2	SE	.267	.267	.267	.267	.267	.267	.267	.267	.267	.267	.267	.267	.267



Prilog 5. - Output iz SPSS programa regresiona analiza.

Regression

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Diplomirani studenti		Forward (Criterion: Probability-of-F-to-enter <= .050)

a. Dependent Variable: Ljekari u FBiH

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.877 ^a	.768	.750	203.714

a. Predictors: (Constant), Diplomirani studenti

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1788609.730	1	1788609.730	43.100	.000 ^b
	Residual	539492.270	13	41499.405		
	Total	2328102.000	14			

a. Dependent Variable: Ljekari u FBiH

b. Predictors: (Constant), Diplomirani studenti

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	3248.237	229.677		14.143	.000
	Diplomirani studenti	4.566	.695	.877	6.565	.000

a. Dependent Variable: Ljekari u FBiH

Excluded Variables^a

Model		Beta In	t	Sig.	Partial Correlation	Collinearity Statistics
						Tolerance
1	Broj stanovnika	.066 ^b	.284	.781	.082	.353
	BDP	.193 ^b	1.012	.332	.280	.491
	Upisani studenti medicin	.023 ^b	.161	.875	.046	.968

a. Dependent Variable: Ljekari u FBiH

b. Predictors in the Model: (Constant), Diplomirani studenti

